

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 665 750**

51 Int. Cl.:

A47L 9/28 (2006.01)
A47L 9/22 (2006.01)
A47L 5/38 (2006.01)
H02K 1/24 (2006.01)
H02P 6/20 (2006.01)
H02P 25/08 (2006.01)
B60S 1/64 (2006.01)
H02K 19/10 (2006.01)
H02P 6/15 (2006.01)
A47L 9/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.10.2009 PCT/US2009/059753**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **15.04.2010 WO10042561**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.10.2009 E 09737282 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018 EP 2330960**

54 Título: **Conjunto aspirador con entrada a través de depósito extraíble**

30 Prioridad:

06.10.2008 US 103142 P

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

27.04.2018

73 Titular/es:

SHOP VAC CORPORATION (100.0%)
2323 Reach Road
Williamsport, PA 17701-0307, US

72 Inventor/es:

NORELL, NEIL, N.;
ROBITAILLE, JAMES, M.;
HUFF, MATTHEW, L. y
WOLFE, JR., MELVIN E.

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 665 750 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

Conjunto aspirador con entrada a través de depósito extraíble

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Campo técnico

10 La presente descripción se refiere en general a un sistema de vacío, y más específicamente a un conjunto aspirador integrado para uso en un automóvil y que tiene un depósito extraíble.

Antecedentes

15 La invención descrita en este documento se refiere en general a vehículos y en particular a sistemas de vacío que pueden instalarse como un componente de serie o un componente de mejora de un vehículo tal como un automóvil.

20 Muchos automóviles, incluyendo microbuses, están diseñados para transportar familias o grupos activos, como los miembros de equipos deportivos. Otros automóviles, incluyendo los SUV, están diseñados para uso duro. Aunque todos los tipos de automóviles son propensos a ensuciarse, algunos automóviles son especialmente propensos a recoger suciedad o residuos en la cabina. Un sistema de vacío montado en el interior podría hacer más fácil que los propietarios de vehículos mantengan limpios sus vehículos.

25 Hay muchos retos al crear tal sistema. Por ejemplo, los componentes, incluyendo los conductos, deben estar dispuestos ajustando dentro de un espacio relativamente ajustado. Además, los aspiradores tradicionales se conectan a tomas CA convencionales (que los automóviles no tienen), de modo que el suministro de electricidad es una cuestión abierta. Además, el montaje interno de un sistema de vacío presenta retos no resueltos al disponer los componentes de modo que la suciedad y los residuos, una vez recogidos, puedan quitarse fácilmente.

Breve descripción de los dibujos

30 La invención se puede entender mejor con referencia a los dibujos acompañantes, en los que:

35 La figura 1 es una vista de extremo parcial cortada de un vehículo que está provisto de una realización de un sistema de vacío que usa la invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva del sistema de vacío presentado en la figura 1.

La figura 3A es una vista en perspectiva despiezada de partes del sistema de vacío.

40 La figura 3B es una vista en perspectiva de un motor de reluctancia conmutada, incluyendo un estator y un rotor.

La figura 3C es una vista en sección del motor representado en la figura 3B.

45 La figura 3D es una vista del rotor del motor representado en la figura 3B.

La figura 3E es una vista en sección transversal del rotor del motor representado en la figura 3B dispuesto dentro de una región interior del núcleo de estator.

50 Las figuras 3F y 3G son vistas parciales de un polo de rotor del motor representado en la figura 1 cuando se aproxima al polo de estator en una dirección hacia la derecha.

La figura 4 es una vista de la pared de chasis y el conjunto de motor/ventilador en el sistema de vacío.

55 La figura 5 representa la placa de circuitos quitada del conjunto de motor/ventilador.

La figura 6 ilustra un diagrama de bloques de un circuito de control para el motor de reluctancia conmutada.

60 La figura 7 ilustra un diagrama de circuito del circuito de control correspondiente al diagrama de bloques de la figura 6.

La figura 8A ilustra un diagrama de circuito de un conjunto sensor óptico usado en el circuito de control de la figura 6.

65 La figura 8B ilustra una alineación ejemplar entre el rotor y el disco entallado del motor de las figuras 3B y 3C.

La figura 8C ilustra un método ejemplar de asegurar un arranque de un motor de reluctancia conmutada (SR).

La figura 9 ilustra un diagrama de circuito ejemplar del circuito de control.

La figura 10 ilustra un diagrama de bloques de un regulador de voltaje usado en el circuito de control de la figura 6.

La figura 11 ilustra un diagrama de flujo para detectar la temperatura del motor sin escobillas usando el circuito de control de la figura 6.

Las figuras 12A y 12B ilustran algunos de los pasos usados para sincronizar la conmutación de la potencia proporcionada a los devanados de estator.

La figura 13A ilustra una rutina de control de par y fase para el motor de reluctancia conmutada.

La figura 13B es un diagrama de flujo de una rutina que puede ser usada para ajustar el efecto de incrementar el voltaje en el consumo de corriente mientras opera en un estado de parada más alto.

La figura 13C es un gráfico que representa un ejemplo de cinco mediciones de corriente consecutivas tomadas en un estado de parada más alto haciendo un cambio de un estado de parada más alto a un estado de parada más bajo.

La figura 13D es un diagrama de flujo de una rutina que puede ser usada para ajustar el efecto de disminución del voltaje en el consumo de corriente mientras opera en un estado de parada más bajo.

La figura 13E es un gráfico que representa un ejemplo de cinco mediciones de corriente consecutivas tomadas mientras está en un estado de parada más bajo haciendo un cambio de un estado de parada más bajo a un estado de parada más alto.

La figura 13F es un diagrama de flujo de una rutina que puede ser usada para ajustar el efecto de incrementar el voltaje en el consumo de corriente mientras opera en un estado de parada más alto.

La figura 13G es un gráfico que representa un ejemplo de cinco mediciones de corriente consecutivas por encima de un umbral tomadas al producirse una condición de fallo.

La figura 14 ilustra la diferencia entre la operación de control de motor de la técnica anterior en función de rpm en comparación con un ejemplo de la realización descrita.

La figura 15 es una vista frontal del conjunto de motor/ventilador, la pared de chasis, y el depósito extraíble.

La figura 16 es una vista de la parte superior del conjunto de motor/ventilador y la pared de chasis, con la placa de circuitos y la cubierta quitadas.

La figura 17 es una vista posterior del conjunto de motor/ventilador, la pared de chasis y el depósito extraíble.

La figura 18 es una vista de la parte inferior de la pared de chasis con el depósito quitado.

La figura 19 es una vista en perspectiva del conjunto de motor y el depósito.

La figura 20 es una vista del depósito con la tapa quitada e invertida.

La figura 21 es una vista en perspectiva fragmentaria que representa detalles de una pared de chasis alternativa y la palanca de liberación.

La figura 22 es una vista en sección transversal lateral del depósito en una posición avanzada.

La figura 23 es una vista en sección transversal lateral del depósito en una posición hacia atrás.

Y la figura 24 es una vista en sección transversal lateral del depósito en una posición montada.

Descripción detallada

Aunque otras posiciones y disposiciones son posibles, el sistema de aspirador 100 presentado en la figura 1 está montado dentro de una cavidad interna 102 entre un panel de cuarto trasero externo 104 de un vehículo 106 y un segmento de pared de cabina generalmente vertical 108 dentro de la cabina 110. La pared de cabina aquí presentada tiene una puerta 109 que proporciona acceso al sistema 100, por ejemplo, para recoger residuos del sistema, como se explica más plenamente más adelante. En general, aunque no necesariamente, el vehículo 106 puede ser un vehículo con ruedas, movido por motor, capaz de transportar pasajeros, carga o ambos. Por ejemplo,

el vehículo 106 puede ser un automóvil, SUV, microbús, camión u otro vehículo de pasajeros. El vehículo 106 puede ser un camión, un autobús, una furgoneta o un vehículo recreativo (RV). El vehículo 106 puede ser movido por cualquier tipo de motor de vehículo conocido, tal como un motor de combustión interna alimentado por diésel, etanol, gasolina, hidrógeno, biocombustibles u otro combustible. El vehículo 106 puede ser movido por un motor totalmente eléctrico. El vehículo 106 puede ser movido por un motor híbrido eléctrico/de combustible. De hecho, cualquier vehículo en el que puede ser deseable un sistema de aspirador integrado, puede incluir realizaciones del sistema de aspirador 100.

Según se ve en la figura 2, el sistema de aspirador ilustrado tiene cuatro componentes generales: un conjunto de motor/ventilador 120, una pared de chasis 130, una manguera 140 y un depósito extraíble 150. Cada uno de estos componentes se explicará con más detalle más adelante.

El vehículo en el que se monta este sistema tiene una abertura de liberación de aire 160 (figura 1) que va desde la cavidad 102 al exterior del vehículo. Este tipo de abertura se ha usado en el pasado para proporcionar alivio de presión cuando las puertas del vehículo se cierran de golpe. En la disposición ilustrada, la abertura también proporciona un agujero de ventilación para el escape tanto del aire de trabajo procedente del vacío como del aire refrigerante usado para enfriar el conjunto de motor/ventilador.

El conjunto de motor/ventilador

Pueden usarse diferentes tipos de motores en el conjunto de motor/ventilador. En el sistema ilustrado, que se representa mejor en la figura 3A, el motor 200 es un motor sin escobillas o de reluctancia conmutada (SR) que está montado en una disposición vertical en general detrás del segmento de pared de cabina 108. Un impulsor de aire principal 210 accionado por el motor está conectado a un extremo inferior del motor y gira en un eje vertical en general. El impulsor aspira aire de trabajo axialmente hacia arriba a lo largo de su eje, y gira radialmente hacia fuera, proporcionando la fuente de vacío para el conjunto aspirador. Como es conocido en la técnica, los álabes del impulsor 210 se pueden disponer de varias formas diferentes. Puede ser ventajoso un impulsor de dos etapas, que son esencialmente dos impulsores que están apilados y giran en el mismo eje de modo que el aire fluya en serie a su través.

El motor SR ilustrado 200 es controlado por un controlador electrónico que está montado en una placa de circuitos 220 que se ve mejor en las figuras 4 y 5. Esta placa de circuitos está colocada al lado del motor. La placa de circuitos se extiende en general perpendicular al segmento de pared de cabina 108 y en general paralela al eje del impulsor principal 210. Esta disposición proporciona una unidad relativamente fina y compacta que encaja convenientemente dentro de la cavidad 102 del vehículo. El motor 200 puede recibir potencia eléctrica directamente de un dispositivo de almacenamiento de potencia eléctrica o batería (no representado) usado para arrancar el motor del vehículo propiamente dicho. Por ejemplo, el dispositivo de almacenamiento de potencia eléctrica puede ser una batería recargable que suministra energía eléctrica al vehículo, tal como una batería SLI (arranque, iluminación, encendido), una batería de tracción, una batería de un vehículo híbrido (por ejemplo, una batería de hidruro de metal níquel, cebra o iones de litio), y análogos. Una explicación detallada de cómo el motor 200 recibe potencia eléctrica del vehículo se ofrece en una sección posterior de la presente descripción.

Como es conocido en la técnica, un motor de reluctancia conmutada, tal como el motor SR 200, es un motor eléctrico que incluye un rotor y un estator. El par de un motor de reluctancia es producido por la tendencia del rotor a moverse a una posición con relación al estator en la que se minimiza la reluctancia de un circuito magnético, es decir, una posición en la que se maximiza la inductancia de un devanado de estator energizado. En un motor de reluctancia conmutada, se facilita circuitería para detectar la posición angular del rotor y energizar secuencialmente fases de los devanados de estator en función de la posición del rotor.

Los motores de reluctancia conmutado son motores de doble saliente que tienen polos tanto en el estator como en el rotor, con devanados solamente en los polos de estator. El rotor de un motor de reluctancia conmutada no incluye conmutadores, imanes permanentes, o devanados.

El par puede producirse energizando o aplicando corriente a los devanados de estator de los polos de estator asociados con una fase concreta en una secuencia predeterminada. La energización de los devanados de estator se sincroniza típicamente con la posición rotacional del rotor. Entre los polos del rotor y los polos de estator energizados asociados con una fase concreta se produce una fuerza magnética de atracción, haciendo por ello que los polos de rotor se muevan a alineación con los polos de estator energizados.

En la operación típica, cada vez que un devanado de estator del motor de reluctancia conmutada es energizado, fluye flujo magnético desde los polos de estator energizados asociados con una fase concreta, a través de un entrehierro situado entre los polos de estator y los polos de rotor, a los polos de rotor. El flujo magnético generado a través del entrehierro entre los polos de rotor y los polos de estator produce un campo magnético en el entrehierro que hace que los polos de rotor se muevan a alineación con los polos de estator energizados asociados con una fase concreta, produciendo por ello par. La cantidad de flujo magnético y, por lo tanto, la cantidad de par generado por el motor de reluctancia conmutada depende de muchas variables tales como, por ejemplo, las propiedades

magnéticas del material de los polos de rotor y los polos de estator, y la longitud del entrehierro entre los polos de rotor y los polos de estator.

Una realización del motor SR 200 de la figura 3A para uso en el sistema de aspirador integrado 100 para vehículos se ilustra en las figuras 3B-3G. Con referencia a las figuras 3B y 3C, un motor de reluctancia conmutada 10 se puede construir como un paquete o unidad de subconjuntos, cada uno de los cuales puede premontarse por separado y combinarse durante un proceso de fabricación. Específicamente, el motor 10 puede incluir una unidad de alojamiento superior 12, una unidad de alojamiento inferior 13, un estator 14, un rotor 16, un conjunto de accionamiento 18, un primer capuchón de extremo 20, y un segundo capuchón de extremo 22. Tanto la unidad de alojamiento superior 12 como la unidad de alojamiento inferior 13 puede ser de forma anular, acoplándose el primer capuchón de extremo 20 a la unidad de alojamiento superior 12, y acoplándose el segundo capuchón de extremo 22 a la unidad de alojamiento inferior 13. Como se representa en las figuras 3B-3C, cada uno de la unidad de alojamiento superior 12, la unidad de alojamiento inferior 13, el estator 14, el rotor 16, el conjunto de accionamiento 18, el primer capuchón de extremo 20, y el segundo capuchón de extremo 22 puede combinarse en un solo paquete o unidad.

La unidad de alojamiento superior 12 puede incluir una pluralidad de agujeros 24 para recibir una pluralidad de sujetadores 26 para fijar la unidad de alojamiento superior 12 al estator 14 durante el montaje. Se deberá entender, sin embargo, que la unidad de alojamiento superior 12 puede fijarse al estator 14 de cualquier otra manera adecuada tal como, por ejemplo, con una abrazadera, un soporte/pestaña de montaje, o análogos.

Con referencia a las figuras 3D-3E, el rotor 16 puede incluir un núcleo de rotor 60 y una pluralidad de polos de rotor laminados espaciados a igual distancia 62. El núcleo de rotor 60 está dispuesto dentro de un agujero central 34 definido por el estator 14 y está acoplado a un eje 64 (figuras 3B-3C). El eje 64 está montado a través de un cojinete 66 para rotación concéntrica en el estator 14. El eje 64 se extiende a través del núcleo de rotor 60 y está acoplado a un disco entallado o codificador 71. Como se describirá con más detalle más adelante, cuando el disco entallado 71 gira, la posición angular del rotor 16 puede determinarse. El eje 64 también está acoplado a una carga tal como, por ejemplo, un ventilador del aspirador (no representado) u otro dispositivo movido. El núcleo de rotor 60 puede estar estampado o formarse a partir de una pluralidad de hojas laminadas, o laminados, de material ferromagnético tal como, por ejemplo, acero. Los laminados del rotor pueden laminarse conjuntamente de manera convencional y disponerse en una configuración de espalda con espalda.

Como se representa en las figuras 3D-3E, los polos de rotor 62 pueden incluir una cara de polo de rotor 78 que incluye una primera porción 78a y una segunda porción 78b que está escalonada o muescada radialmente hacia dentro con respecto a la primera porción 78a. Un saliente 82 puede estar situado en un borde delantero de la segunda porción 78b de la cara de polo de rotor 78 que está alejado de la primera porción 78a de la cara de polo de rotor 78. El saliente 82 minimiza el entrehierro en el borde de la segunda porción 78b del polo de rotor 62 para flujo magnético, optimizando por ello las características de par del motor 10. Los múltiples polos de rotor 62 están dispuestos en un recorrido circunferencial alrededor del núcleo de rotor 60. Los polos de rotor 62 pueden sobresalir radialmente y hacia fuera del eje 64 para facilitar la rotación del rotor 16 dentro del agujero central 34 del estator 14.

El estator 14 puede incluir un núcleo de estator 28, una pluralidad de polos de estator igualmente espaciados 30, y devanados de estator 32 dispuestos en el núcleo de estator 28. El núcleo de estator 28 incluye una superficie interior que define un agujero central 34. En la realización ilustrada en la figura 3E, el estator 14 incluye cuatro polos de estator circunferencialmente separados 30a, 30b, 30c, 30d que sobresalen hacia dentro del núcleo de estator 28 hacia el agujero central 34. Cada uno de los polos de estator 30a-d incluye una cara de polo de estator 38 en el extremo que sobresale al agujero central 34. El núcleo de estator 28 puede estamparse o formarse a partir de una pluralidad de hojas laminadas, o laminados, de material ferromagnético tal como, por ejemplo, acero. Pueden usarse hojas laminadas en el núcleo de estator 28 para controlar las corrientes transitorias y evitar por ello el sobrecalentamiento del núcleo de estator 28. Los laminados de estator pueden laminarse conjuntamente de manera convencional y disponerse en una configuración de espalda con espalda.

Es conocido que el flujo magnético generado a través del entrehierro entre un polo de estator energizado 30 y un polo de rotor 62 del motor 10 crea una fuerza de atracción entre el polo de estator energizado 30 y el polo de rotor 62. La cantidad de fuerza de atracción depende de muchas variables tales como, por ejemplo, las propiedades magnéticas de los materiales del polo de estator 30 y el polo de rotor 62, y el tamaño del entrehierro entre el polo de estator energizado 30 y el polo de rotor 62. La fuerza de atracción puede hacer que el polo de rotor 62 se aproxime al polo de estator 30 en una dirección hacia la derecha indicada con la flecha 92.

Con referencia a las figuras 3F-3G, se representan vistas parciales de un polo de rotor 62 del rotor 16 de la figura 3D en una pluralidad de posiciones angulares asociadas con un ciclo de fase. Más específicamente, las figuras 3F-3G son vistas parciales del polo de rotor 62 del rotor 16 cuando el polo de rotor 62 se aproxima al polo de estator 30 en una dirección hacia la derecha indicada con la flecha 92. A efectos de explicación, una línea de referencia de polo de estator 93 se representa en las figuras 3F-3G.

La figura 3F representa la posición del rotor 16 cerca del inicio de un ciclo de fase. Como se representa en la figura 3F, el entrehierro 80 entre el saliente 82 situado en el borde de la segunda porción 78b de la cara de polo de rotor 78 y la cara de polo de estator 38 es menor que el entrehierro 80 entre el resto de la segunda porción 78b de la cara de polo de rotor 78 y la cara de polo de estator 38 en esta posición. Como resultado, la densidad de flujo en el entrehierro 80 entre el saliente 82 y la cara de polo de estator 38 se maximiza en esta posición, haciendo por ello que el rotor 16 sea empujado hacia el polo de estator energizado 30 en la dirección de la flecha 92.

El flujo magnético busca el recorrido de reluctancia mínima. Por lo tanto, dado que el polo de rotor 62 está compuesto de un material ferromagnético que tiene una reluctancia más baja que el aire, el flujo magnético fluirá más fácilmente a través del polo de rotor 62 y el polo de estator 30 que a través del entrehierro 80.

La figura 3G representa la posición del rotor 16 cuando el rotor 16 se ha girado en la dirección de la flecha 92 de modo que el extremo del saliente 82 se alinea con la línea de referencia de polo de estator 93. Después de que el saliente 82 pase por la línea de referencia de polo de estator 93, el rotor 16 tenderá a ser empujado en la dirección de rotación opuesta, es decir, una dirección hacia la izquierda en esta realización. Sin embargo, esta tracción en la dirección opuesta de rotación es compensada por el par motor positivo debido a la primera porción 78a de la cara de polo de rotor 78. Por lo tanto, el rotor 16 continúa siendo empujado hacia el polo de estator energizado 30 en la dirección de la flecha 92.

Para la operación apropiada del motor 10, la conmutación deberá sincronizarse correctamente con el ángulo de rotación del rotor 16. El rendimiento de un motor de reluctancia conmutada depende, en parte, de los tiempos exactos de la energización de fase con respecto a la posición de rotor. La detección de las posiciones de rotor en la presente realización se efectúa usando un sensor de posición de rotor en forma de un conjunto optodetector o interruptor óptico, cuya realización se ilustra y explica mejor con respecto a las figuras 6, 8A y 8B.

Operación del circuito de control

Para accionar el motor se usa un conjunto de accionamiento que incluye un circuito de control 500, que se describe mejor más adelante en la figura 6. Específicamente, la figura 6 ilustra un diagrama de bloques del circuito de control 500 usado para controlar la operación del motor, controlando el suministro de potencia a los devanados de estator. El circuito de control 500 incluye una potencia de entrada CC que es alimentada a los devanados de estator mediante un dispositivo de conmutación 518, que se explica a continuación. La potencia CC también es alimentada a los circuitos de regulación de voltaje 506a y 506b y a un microcontrolador 512.

En algunas realizaciones, la potencia CC puede ser recibida directamente por el circuito de control 500 de una batería u otro dispositivo de almacenamiento de potencia eléctrica que el vehículo utiliza para arrancar o hacer girar el motor del vehículo. Alternativa o adicionalmente, la potencia CC puede recibirse de un alternador u otro dispositivo que esté configurado para cargar la batería o el dispositivo de almacenamiento de potencia eléctrica del vehículo. Pueden usarse realizaciones del circuito de control y el motor del conjunto aspirador integrado en unión con una batería, un dispositivo de almacenamiento de potencia eléctrica, alternadores y/o un dispositivo de carga en cualquier tipo de vehículo en el que se desee un conjunto aspirador integrado proporcionando simplemente una conexión directa entre el conjunto aspirador integrado y la batería del vehículo, dispositivo de almacenamiento de potencia eléctrica, alternador y/o dispositivo de carga. Típicamente, la potencia CC recibida puede ser del rango de 9 a 12 voltios CC y puede tomar una corriente máxima de 36 amps.

El conjunto optodetector 508 incluye un codificador/sensor óptico 510 que opera en unión con un disco entallado, que es rotativo con el rotor, para supervisar la velocidad rotacional del motor. El conjunto optodetector 508 genera una señal de posición de rotor que es utilizada por el microcontrolador 512 para medir la posición y la velocidad del rotor. El microcontrolador 512 puede incluir uno o varios componentes comúnmente conocidos tales como memoria, CPU, una pluralidad de registros, una pluralidad de temporizadores, etc. Los expertos en la técnica apreciarán que se puede usar alternativamente otros mecanismos comúnmente conocidos para medir la velocidad y/o la posición del rotor.

El regulador de voltaje 506a genera un voltaje de salida regulado V2 que es introducido a los controladores del dispositivo de conmutación 514 y 516, que controlan un dispositivo de conmutación 518. El dispositivo de conmutación 518 se usa para controlar el voltaje introducido a los devanados de estator. El dispositivo de conmutación 518 puede implementarse mediante un número de mecanismos electrónicos de conmutación, tal como transistores, tiristores, etc. Una implementación del dispositivo de conmutación 518 usando transistores de efecto de campo (FETs) se ilustra con más detalle en la figura 7 siguiente. El dispositivo de conmutación 518 recibe potencia y proporciona la potencia a los devanados de estator por las señales de control recibidas de los controladores del dispositivo de conmutación 514 y 516. El funcionamiento del dispositivo de conmutación 518 para controlar los devanados de estator es bien conocido por los expertos en la técnica. Varios componentes del circuito de control 500 se ilustran con más detalle en la figura 7 más adelante.

Aunque el circuito de control 500 recibe potencia de entrada CC de 9-16 voltios CC, en una implementación alternativa puede seleccionarse un nivel diferente de potencia de entrada. Por ejemplo, puede desearse que el

voltaje no exceda de 14 voltios, pero un fallo del diodo de alternador podría producir picos de voltaje de hasta 16 voltios. La corriente también puede ser supervisada para asegurar que permanezca por debajo de un valor umbral, tal como, por ejemplo, 36 Amps.

La entrada está conectada mediante un regulador de 3,3 voltios 506b, que es suministrado por un regulador de 10,5 voltios 506a, al microcontrolador 512. El microcontrolador 512 puede implementarse usando alguno de los varios circuitos integrados de microcontrolador, tales como un circuito integrado de tipo Z86. El microcontrolador también puede ser un microcontrolador de 8 bits y puede incluir un circuito de control de fase, un oscilador de alta frecuencia para alta resolución, un circuito termistor para supervisión de temperatura como un elemento de seguridad y varios circuitos periféricos para interfaz y detección por el operador.

La figura 7 ilustra una implementación del circuito de control 500 donde el dispositivo de conmutación 518 es implementado por FETs 562-568. Los FETs 562-568 controlan la corriente que pasa a través de una primera fase 580 y la segunda fase 582 de los devanados de estator. Los FETs 562 y 564 están conectados al extremo de alto voltaje de la primera fase 580 y la segunda fase 582, respectivamente, y son conocidos como los FETs de lado alto, mientras que los FETs 566 y 568 están conectados al extremo de bajo voltaje de la primera fase 580 y la segunda fase 582, respectivamente, y son conocidos como los FETs de lado bajo. Los FETs 562-568 reciben sus señales de entrada de control AHG, ALG, BLG y BHG de los controladores del dispositivo de conmutación 514 y 516. En una implementación del circuito de control donde el dispositivo de conmutación 518 está implementado por los FETs 562-568, los controladores del dispositivo de conmutación 514 y 516 pueden implementarse usando uno de los muchos circuitos de excitación FET integrados conocidos, tal como el circuito integrado FAN7382, que se puede obtener de Fairchild.

El primer excitador de dispositivo de conmutación 514 genera una salida de lado alto AHG y una salida de lado bajo ALG para activar la primera fase 580. Específicamente, la salida de lado alto AHG se usa para activar el FET de lado alto 562 y la salida de lado bajo ALG se usa para excitar el FET de lado bajo 566. El segundo excitador de dispositivo de conmutación 516 genera una salida de lado alto BHG y una salida de lado bajo BLG para excitar la segunda fase 582. Específicamente, la salida de lado alto BHG se usa para excitar el FET de lado alto 564 y la salida de lado bajo BLG se usa para excitar el FET de lado bajo 568.

En una implementación del circuito de control, el encendido y apagado de los FETs 562-568 es controlado para permitir que la corriente generada en los devanados de estator debido a colapso magnético se drene antes de la conmutación siguiente. Por ejemplo, los FETs 562 y 566 se apagan simultáneamente para permitir que la corriente en los devanados se colapse e invierta. Esta corriente invertida es conducida de nuevo al bus CC mediante diodos de retorno D3-D6. Se produce vaciado de corriente de fase en una fase durante el tiempo en que la fase opuesta está energizada.

El voltaje de entrada 526 es aplicado a una pluralidad de condensadores conectados en paralelo (1500 uF por ejemplo) para filtrar la ondulación de voltaje en el bus CC producida por conmutación de los FETs. El voltaje filtrado resultante es 12 voltios CC bajo carga, y puede subir a 36 amperios de corriente continua. Se han previsto condensadores 560 para quitar el ruido de conmutación de alta frecuencia que podría producir interferencia electromagnética en otros dispositivos.

Como se representa en la figura 7, el voltaje de bus CC resultante de los condensadores de filtro es aplicado directamente a los drenajes de FETs de conmutación en serie 562 y 564, y a las fuentes de los FETs de conmutación en serie 566 y 568. Los FETs 562-568 reciben sus entradas de puerta de los controladores de dispositivo de conmutación 514 y 516.

La figura 8A ilustra un diagrama de circuito del conjunto optodetector 508. En algunas realizaciones, el conjunto optodetector 508 puede implementarse con un conjunto sensor óptico convencional, tal como Honeywell P/N HOA1887-011 de Honeywell, Inc., u Optek P/N OPB830W11 de Optek, Inc. En otras realizaciones, en lugar de utilizar un sistema fotosensor moldeado por inyección "todo en uno", el conjunto optodetector 508 puede implementarse con una alternativa de costo más razonable, por ejemplo, fijando un conjunto de agujeros estampado a un componente emisor IR disponible y/o un componente detector IR disponible. Naturalmente, otras realizaciones del conjunto optodetector 508 también pueden ser posibles y usarse en unión con la presente descripción.

En general, el conjunto optodetector 508 puede incluir un diodo fotoemisor (LED) 602 y un fototransistor de silicio 604, donde el LED 602 recibe un voltaje CC del regulador de voltaje 506a. El LED 602 y el fototransistor 604 pueden estar colocados en lados opuestos del disco entallado 71, que está montado en el rotor 16 (figura 3C) y, por lo tanto, gira a la velocidad del rotor.

Como se ha explicado previamente, la operación del motor de reluctancia conmutada se basa en una tendencia de un rotor a desplazarse a una posición donde se maximiza la inductancia de una fase energizada de devanado(s) de estator. En otros términos, el rotor tenderá a moverse hacia una posición donde el circuito magnético es más completo. El rotor no tiene conmutador ni devanados y es simplemente una pila de laminados eléctricos de acero con una pluralidad de caras de polo opuestas. Sin embargo, hay que conocer la posición del rotor con el fin de

energizar secuencialmente las fases de los devanados de estator con corriente continua (CC) conmutada para producir rotación y par.

Para la operación apropiada del motor, la conmutación deberá sincronizarse correctamente al ángulo de rotación del rotor. El rendimiento de un motor de reluctancia conmutada depende, en parte, del tiempo exacto de energización de fase con respecto a la posición de rotor. La detección de las posiciones del rotor en la presente realización se efectúa usando un sensor de posición de rotor en forma del conjunto optodetector o interruptor óptico 508.

Cada vez que el borde del disco entallado 71 pasa entre el LED 602 y el fototransistor 604 del interruptor óptico 508, la señal generada por el fototransistor 604 cambia de un nivel o estado a otro. La señal salida del fototransistor 604 es introducida al microcontrolador 512. El microcontrolador 512 calcula la velocidad y la posición del rotor en base a la duración del período anterior. El cálculo de la velocidad del rotor usando el período de tiempo para cada rotación del rotor es convencional y, por lo tanto, no se describe mejor. El microcontrolador 512 usa la velocidad y la posición del rotor 16 para coordinar la energización secuencial de fases de los devanados de estator 32 (por ejemplo, eventos de conmutación). Los detalles de la energización de fase secuencial se describen en una sección posterior.

Típicamente, el interruptor óptico 508 puede colocarse entre dos polos de estator de fases diferentes (por ejemplo, los polos de estator 30a y 30b de la figura 3E). El disco entallado o codificador 71 puede disponerse mecánicamente con respecto al rotor 16 de modo que, cuando el rotor 16 y el disco entallado 71 giren, un borde delantero del disco entallado 71 pueda alinearse con el conjunto detector óptico 508 y dispararlo. Al disparo, el conjunto detector óptico 508 puede enviar una señal correspondiente al circuito de control 500 o al microcontrolador 512, que, a su vez, puede dar lugar a una energización de un polo de estator de salida (con respecto al conjunto detector óptico 508) para inducir una atracción de un polo de rotor de salida. La figura 8B ilustra un ejemplo de esta relación de alineación entre el disco entallado 71 y el polo de rotor 62a. La figura 8B incluye el rotor 16 y el estator 14 de las figuras 3A-3G. Para claridad de ilustración, sin embargo, solamente se ha transpuesto a la figura 8B un subconjunto de los números de referencia de las figuras 3A-3G.

La figura 8B incluye el rotor 16 con los polos de rotor 62a y 62b y el eje de rotor 64. El polo de rotor 62a puede incluir porciones primera 78a y segunda 78b de la cara de polo de rotor 78 así como el saliente 82 en el borde delantero del polo de rotor 62a.

El conjunto sensor óptico 508 se puede disponer entre un polo de estator de entrada 30b y un polo de estator de salida 30a. En algunas realizaciones, el conjunto sensor óptico 508 puede montarse en la unidad de alojamiento superior 12 y disponerse encima de modo que, cuando la unidad de alojamiento superior 12 esté fijada al estator 14, el conjunto sensor óptico 508 pueda colocarse entre los dos polos de estator 30a y 30b. Se facilita una línea de referencia de interruptor óptico 94 para mostrar la posición angular en la que la interrupción óptica puede dispararse. En algunas realizaciones, la línea de referencia de interruptor óptico 94 puede bisecar un ángulo formado por una línea de referencia de polo de estator 93a del polo de estator de salida 30a y una línea de referencia de polo de estator 93b del polo de estator de entrada 30b (las líneas de referencia de polo de estator se describieron anteriormente con respecto a la línea de referencia 93 de las figuras 3F y 3G).

La figura 8B también ilustra la alineación del disco entallado 71 con respecto al polo de rotor 62a. El disco entallado 71 puede girar con el rotor 16 en la dirección 92. En una realización, el disco entallado 71 puede estar dispuesto mecánicamente en un extremo del eje 64 en una alineación predeterminada con los polos de rotor 62a y 62b. Por ejemplo, el extremo del eje de rotor 64 y un agujero central del disco entallado 71 pueden tener la misma forma (no representada) de modo que el disco entallado 71 puede engancharse fijamente mediante el agujero central en el extremo del eje de rotor 64 en la alineación predeterminada. El disco entallado 71 puede incluir una pluralidad de lóbulos igualmente espaciados 72a y 72b, donde los lóbulos 72a y 72b pueden pasar entre el LED 602 y el fototransistor 604 para disparar el conjunto sensor óptico 508.

Un borde delantero 73 del lóbulo 72a del disco entallado 71 se ilustra en fase avanzada con respecto a la línea de referencia 94 del interruptor óptico, como indica la línea de referencia de avance 95 y el ángulo de avance 96. El avance de fase mecánico 95 y 96 del disco entallado 71 es necesario para asegurar el arranque apropiado del motor 10 independientemente de una posición del rotor de arranque. Por ejemplo, si el avance de fase mecánico 96 es de 0° (es decir, en lugar de la alineación representada en la figura 8B, el borde delantero 73 del disco entallado 71 se alinea con la línea de referencia 94 del interruptor óptico cuando el saliente 82 del polo de rotor 62a está alineado con la línea de referencia de estator 93a), el motor 10 puede no arrancar adecuadamente cuando el borde delantero 73 del disco entallado 71 puede estar rozando la línea de referencia de interruptor óptico 94 y puede no disparar el conjunto detector óptico 508, dando lugar a un fallo de energización del estator de salida 30a.

Sin embargo, con un avance de fase mecánico positivo 96, este problema de arranque puede superarse. Por ejemplo, con el avance de fase positivo 96 en arranque, el borde delantero 73 del disco entallado 71 puede ser detectado por el interruptor óptico 508 cuando la posición inicial del borde delantero 82 del polo de rotor 62a está rozando la línea de referencia de estator 93a. La detección del borde delantero 73 en arranque puede disparar el interruptor óptico 508, y puede dar lugar a una energización del polo de estator de salida 30a atrayendo el polo de rotor 62a para que gire en la dirección 92. De esta manera, el avance de fase ilustrado con las referencias 95 y 96

permite que el motor 10 arranque adecuadamente independientemente de una posición de arranque del polo de rotor 62a. El avance mecánico 95 y 96 puede dar lugar a que se produzcan los eventos de conmutación activados por disco entallado antes del punto de máxima inductancia alineada.

5 Con un motor que produce una potencia similar al motor de la presente descripción, pero que recibe potencia CA convertida de 120 voltios, puede ser suficiente un avance de fase mecánico positivo 95 y 96 en un rango de 3-5°. Sin embargo, el motor 10 del sistema de aspirador integrado 100 para vehículos puede no recibir CA convertida estándar de 120 voltios, sino que, en cambio, puede recibir un voltaje de entrada (tal como el voltaje de entrada 526 de la figura 7) de aproximadamente 12 voltios CC bajo carga directa de una batería u otra fuente de potencia eléctrica del vehículo en el que el sistema de aspirador 100 está integrado. Dado que el voltaje de entrada 10 suministrado al motor 10 puede variar en base a las condiciones del vehículo, el motor 10 puede estar configurado para operar a niveles de voltaje de entrada variables, en general de entre 9 voltios CC y 16 voltios CC. El motor 10 también puede estar configurado para proporcionar suficiente potencia para una elevación sellada de vacío/aspiración de al menos 40 pulgadas de agua. El voltaje de entrada relativamente bajo recibido por el motor 10 15 en comparación con la cantidad de potencia relativamente alta proporcionada por el motor 10 puede requerir que se incremente la posición de avance del codificador 71 con respecto a la de un motor que proporcione una potencia similar, pero que recibe un voltaje de entrada más alto (por ejemplo, CA convertida de 120 voltios).

20 Como se ha explicado previamente, con un motor que recibe potencia CA convertida estándar de 120 voltios, el disco entallado 71 puede avanzarse aproximadamente 3-5° con respecto a la posición alineada del rotor/estator. En contraposición, en una realización ejemplar del motor 10 del sistema de aspirador integrado 100 para vehículos, el disco entallado puede avanzarse alrededor de 10° con respecto a la posición alineada del rotor/estator. Este aumento del avance de fase acomoda el voltaje más bajo (por ejemplo, 9-16 voltios CC) recibido por el motor del sistema de vacío integrado, al mismo tiempo que permite que la potencia general de aspiración del sistema de vacío 25 integrado permanezca relativamente alta (por ejemplo, una elevación de aspiración mayor que un mínimo de 40 pulgadas de agua). Como ilustra la figura 8B, el avance de fase incrementado puede dar lugar a que el conjunto detector óptico 508 se dispare mientras un entrehierro entre el polo de estator de salida 30a y el rotor 16 es más grande, por ejemplo, mientras la sección 78c del núcleo de rotor 60 está alineada con la línea de referencia de estator de salida 93a. El mayor entrehierro puede dar lugar a menos inductancia en una bobina del polo de estator 30a, y la corriente de energización puede entrar más rápidamente en la bobina del polo de estator 30a. La entrada de corriente al polo de estator 30a puede producir un par de una magnitud suficiente para inducir el giro del polo de rotor 62a en la dirección 92. De esta manera, el mayor avance de fase puede permitir que la potencia del sistema de vacío integrado se mantenga incluso aunque el voltaje de entrada al motor 10 del sistema de vacío integrado sea relativamente bajo.

35 La figura 8C ilustra un método ejemplar 1100 de asegurar un arranque de un motor de reluctancia conmutada (SR). Las realizaciones del método 1100 pueden usarse en unión con alguna de las realizaciones aquí descritas, y en particular con las figuras 3A-3G y la figura 8A y 8B.

40 Al arranque, el método 1100 puede conectar (bloque 1102) el motor de reluctancia conmutada a un impulsor de aire de un sistema de vacío integrado en un vehículo, tal como el impulsor de aire 210 del sistema de vacío integrado 100. En el bloque 1105, el motor SR puede estar configurado para recibir un voltaje de entrada del sistema de almacenamiento de potencia eléctrica del vehículo. El sistema de almacenamiento de potencia eléctrica del vehículo puede ser, por ejemplo, una batería, un alternador y/o equivalente. Típicamente, el voltaje de entrada recibido puede 45 ser del rango de 9-16 voltios CC, y el motor SR puede consumir una corriente máxima de 36 amps.

En el bloque 1108, el motor SR puede estar configurado para incluir un rotor. El rotor puede incluir un núcleo de rotor, un eje de rotor, y una pluralidad de polos de rotor. En el bloque 1110, el motor SR puede estar configurado para incluir un estator que tiene una pluralidad de polos de estator. El estator puede rodear fijamente el rotor. En el 50 bloque 1112, una línea de referencia de polo de estator diferente para cada polo de estator puede estar orientada. Cada línea de referencia de polo de estator puede bisecar el eje de rotor y un polo de estator correspondiente. El rotor, el estator y las líneas de referencia de polo de estator pueden ser similares a los previamente descritos en las figuras 3A-3G.

55 En el bloque 1115, el motor SR puede estar configurado para incluir un circuito de control, tal como el circuito de control 500 o el microcontrolador 512. El circuito de control puede recibir el voltaje de entrada del sistema de almacenamiento de potencia eléctrica del vehículo, y puede controlar la energización de los polos de estator de una manera determinada.

60 En el bloque 1118, un sensor óptico o conjunto detector óptico puede estar dispuesto angularmente entre un polo de estator de entrada y otro de salida. El sensor óptico puede ser similar al sensor óptico descrito con respecto a las figuras 8A y 8B, por ejemplo. El sensor óptico puede dispararse para señalar el circuito de control por un disco entallado o codificador que es rotativo en unión con el rotor.

65 En el bloque 1120, el disco entallado o codificador puede estar avanzado mecánicamente en fase con respecto al rotor. En algunas realizaciones, el avance de fase del disco entallado o codificador puede dar lugar a que un borde

delantero de un l6bulo del disco entallado/codificador dispere el sensor 6ptico antes de una alineaci6n de un polo de rotor de salida (con respecto al sensor 6ptico) del rotor con una l6nea de referencia de polo de estator de un polo de estator de salida. El avance de fase puede ser superior a siete grados y puede ser menor que una magnitud de un 6ngulo correspondiente a una longitud de arco del l6bulo del codificador. En una realizaci6n preferida, la magnitud del avance de fase puede ser de entre 9-11 grados. Como se ha explicado previamente con respecto a la figura 8B, el avance de fase puede asegurar un arranque apropiado del motor de reluctancia conmutada.

La figura 9 ilustra un diagrama de nivel de circuito ejemplar del microcontrolador 512 y varios componentes perif6ricos. El circuito incluye un FET 606 conectado entre el lado alto y el lado bajo de la potencia de entrada para no da1ar el circuito si los conectores de potencia de montaje est6n conectados hacia atr6s. Aunque el conector est6 codificado, todav6a es posible que los contactos que van al conector puedan montarse incorrectamente durante la fabricaci6n. El FET 606 tambi6n evita que se da1e el circuito si la bater6a del auto se conecta incorrectamente o si el auto arranca incorrectamente a saltos. Si la entrada de potencia se conecta de alguna manera hacia atr6s, no habr6a voltaje de puerta para FET 606, evitando as6a que el voltaje de retroceso avance m6s en el circuito.

La figura 10 ilustra una implementaci6n ejemplar del regulador de voltaje 506a. En esta ilustraci6n, el regulador de voltaje 506a se implementa usando el circuito integrado LM2931 de ST Microelectronics. Sin embargo, en implementaciones alternativas, tambi6n se puede usar reguladores de voltaje similares. Al regulador de voltaje 506a se le suministra voltaje CC desde el alternador/bater6a primaria del veh6culo. El voltaje de salida del regulador de voltaje 506a puede ajustarse por medio de un divisor de resistencia externo incluyendo las resistencias 612 y 614.

Debido al funcionamiento del motor, as6a como debido a la operaci6n continua del circuito de control 500, es bastante posible que la temperatura del circuito de control 500 suba sustancialmente. Para evitar cualquier da1o del circuito de control 500 y varios componentes situados en 6l, el circuito de control 500 est6 dise1ado con un elemento de parada t6rmica.

Los FETs 562-568 son capaces de operar a una temperatura de hasta 175°C. Para evitar el sobrecalentamiento, se colocan de tal manera que los en1r6e el aire que el motor hace circular. Sin embargo, si por alguna raz6n, tal como obstrucci6n, fallo de alojamiento, etc, se pierde el aire refrigerante dirigido a los FETs 562-568, la temperatura del circuito de control podr6a subir hasta 150°C. Los FETs 562-568 est6n montados en un disipador de calor de aluminio para disipar el calor generado durante la operaci6n. La temperatura del disipador de calor es supervisada mediante el termistor NTC 616. Cuando la temperatura del disipador de calor se eleve por encima de aproximadamente 120°C, la salida del termistor pasar6a de enviar se1ales al microcontrolador a interrumpir la salida a los controladores del dispositivo de conmutaci6n. Esto detendr6a la rotaci6n del motor. Sin embargo, como se describe m6s adelante, la potencia al microcontrolador 512 permanece encendida.

El rearranque del motor, en caso de tal parada t6rmica, se explica mejor con el diagrama de flujo 650 de la figura 11. Los bloques 652 y 654 ilustran la supervisi6n constante de la temperatura del disipador de calor por el termistor 616. A condici6n de que la temperatura del disipador de calor est6 por debajo de un nivel umbral, el dispositivo de protecci6n t6rmica supervisar6a de forma continua el disipador de calor.

Cuando se detecta que la temperatura del disipador de calor est6 a o por encima del nivel umbral, el termistor NTC 616 se1aliza al microcontrolador que detenga la rotaci6n del rotor. En algunas otras disposiciones, si el interruptor de potencia del motor se deja encendido, el motor podr6a volver a arrancar inesperadamente una vez que el dispositivo de protecci6n t6rmica 616 detecte que la temperatura del disipador de calor est6 por debajo del umbral. Sin embargo, en el sistema de la presente invenci6n, dado que el microcontrolador 512 nunca perdi6a potencia, no estar6a en modo de arranque apropiado para permitir dicho rearranque inesperado del motor.

En el bloque 662, el microcontrolador 512 genera un c6digo de localizaci6n de errores que puede ser usado m6s tarde por el fabricante o el operador del motor a efectos de diagn6stico. Posteriormente, como muestra el bloque 664, el microcontrolador 512 no se reiniciar6a hasta que toda la operaci6n del motor se haya reciclado, es decir, el interruptor de encendido/apagado del motor se haya apagado y despu6s encendido. Una vez que se detecta el reciclado del motor, en el bloque 666 el microcontrolador 512 reanuda la operaci6n del motor en un modo de arranque normal, que se describe con m6s detalle m6s adelante.

Operaci6n del c6digo de motor

Los motores de reluctancia conmutada convencionales que utilizan un microcontrolador para controlar la conmutaci6n de potencia proporcionada a los devanados de estator realizan la misma rutina de arranque siempre que se enciende la potencia del circuito. Sin embargo, si se apaga la potencia del motor cuando el rotor est6 girando a una tasa alta de velocidad y luego se vuelve a encender r6pidamente (es decir, un ciclo r6pido), la utilizaci6n de la misma rutina de arranque podr6a producir da1o en los componentes el6ctricos del motor. T6picamente, los FETs del circuito son los m6s susceptibles al da1o si al motor no se le deja funcionar por inercia durante un per6odo de tiempo hasta que la velocidad rotacional caiga por debajo de una velocidad umbral. M6s adelante se describe una rutina de reinicio de funcionamiento para detectar dicho ciclo r6pido de potencia y para dejar que el rotor funcione por inercia hasta que la velocidad de rotaci6n caiga por debajo de una velocidad umbral para no da1ar los FETs.

Como se ha explicado previamente, la operación del motor de reluctancia conmutada se basa en una tendencia de un rotor a moverse a una posición donde se maximiza la inductancia de una fase energizada del (de los) devanado(s) de estator. En otros términos, el rotor tenderá a moverse hacia una posición donde el circuito magnético esté más completo. El rotor no tiene conmutador ni devanados y es simplemente una pila de laminados eléctricos de acero con una pluralidad de caras de polo opuestas. Sin embargo, hay que conocer la posición del rotor para energizar secuencialmente las fases de los devanados de estator con corriente continua (CC) conmutada para producir rotación y par.

Para la operación apropiada del motor, la conmutación deberá sincronizarse correctamente al ángulo de rotación del rotor. El rendimiento de un motor de reluctancia conmutada depende, en parte, de la exacta temporización de la energización de fase con respecto a la posición del rotor. La detección de las posiciones del rotor en la presente realización se efectúa usando un sensor de posición de rotor en forma del conjunto optodetector o interruptor óptico 508.

Una forma en la que puede operar un sistema ejemplar se describe a continuación en conexión con las figuras 12A y 12B que representan un número de porciones o rutinas de uno o varios programas de ordenador. La mayor parte del software utilizado para implementar las rutinas está almacenada en una o varias memorias en el controlador 512, y puede estar escrito en cualquier lenguaje de alto nivel tal como C, C++, C#, Java o análogos, o cualquier lenguaje de máquina o ensamblador de nivel bajo. Almacenando en él las porciones de programa de ordenador, las posiciones de las memorias están configuradas física y/o estructuralmente según instrucciones de programa de ordenador. Sin embargo, partes del software pueden almacenarse y ejecutarse en una posición de memoria separada. Dado que la posición exacta donde se ejecutan los pasos se puede variar sin apartarse del alcance de la invención, las figuras siguientes no se refieren a la máquina que realiza una función identificada.

Las figuras 12A y 12B son dos partes de un diagrama de flujo 700 que describe algunos de los pasos usados para sincronizar la conmutación de la potencia suministrada a los devanados de estator. Algunos o todos los pasos representados en el diagrama de flujo 700 pueden almacenarse en la memoria del controlador 512.

Con referencia a la figura 12A, el diagrama de flujo 700 puede comenzar cuando se suministra potencia al circuito de control (bloque 702). Esto comienza la fase de inicialización, e incluye inicializar el hardware, los microprogramas, y los temporizadores de inicio (bloque 704). Específicamente, la inicialización incluye una serie de instrucciones de inicialización en línea que son ejecutadas con cada encendido. La inicialización puede descomponerse además en inicialización de hardware, inicialización de variables y retardo de encendido.

A la conexión, se inicia la ejecución de programas dentro del controlador 512 en una posición de memoria específica. En esencia, la inicialización de hardware incluye una serie de instrucciones que configuran el controlador 512 asignando y configurando E/O, localizando la pila del procesador, configurando el número de interrupciones, y comenzando una pluralidad de temporizadores de período. La inicialización de variables incluye instalar valores por defecto sanos en un número de variables, uno de las cuales es una variable de corrección dependiente de la velocidad. Una vez realizada la inicialización, se comprueba la temperatura del controlador 512. Ésta es una comprobación de seguridad redundante porque normalmente no hay en la placa de control una corriente apreciable que permita el calentamiento. Si se detecta un fallo de temperatura, el fallo se registra en un NVDS y hay que desconectar el sistema para resetear el fallo.

Cuando se ha completado la inicialización, el microcontrolador 512 inicia la operación del motor y ejecuta el código que supervisa y controla el sistema. Inicialmente hay un retardo de 420 ms que se crea usando un temporizador para proporcionar un buffer entre el tiempo en que se aplica potencia y el arranque del motor. Además, hay un retardo de encendido de 100 ms (bloque 706), que da a los condensadores de suministro de potencia de inicialización tiempo para cargarse en su mayor parte antes de que los controladores se enciendan. Esto evita la aplicación de un voltaje de puerta insuficiente a la puerta de lado alto al encendido inicial. Durante este retardo de tiempo, el lado bajo de los controladores FET se enciende para cargar los condensadores de inicialización (bloque 710). Después de usar el temporizador para el retardo de inicialización, es reconfigurado por el código para supervisar el tiempo entre pulsos del borde de caída de la señal de codificador.

En la operación, el controlador 512 utiliza dos rutinas de velocidad diferentes, a saber, arranque y aceleración. Sin embargo, inmediatamente después de la inicialización, el controlador 512 determinará una velocidad rotacional del rotor interrogando el conjunto optodetector 508 con el fin de determinar si la rutina de reinicio de funcionamiento es necesaria antes de activar el modo lento (bloque 712). Si se determina en el bloque 714 que la velocidad del rotor es superior a un valor predeterminado S1, tal como, por ejemplo, 9191 RPM, la rutina 700 saltará a un modo de reinicio de funcionamiento que se utiliza para no dañar los FETs y controladores después de un ciclo rápido de la corriente suministrada al motor. El ciclo rápido de suministro de potencia al motor es esencialmente un encendido/apagado rápido mientras el motor ya está girando. La rutina de reinicio de funcionamiento se utiliza para no dañar los FETs y controladores 514, 516, puesto que el ciclo de suministro de potencia por encima de ciertas velocidades puede confundir a la rutina de arranque (descrita más adelante) y posiblemente fundir uno o varios FETs 562-568. La rutina de reinicio de funcionamiento se usa después de un ciclo rápido de potencia para iniciar un retardo que permite que

la velocidad rotacional del rotor disminuya a un punto donde los ángulos de encendido, calculados por el controlador 512, son fijos.

A partir de una rutina de reinicio de funcionamiento, si se determina en el bloque 714 después del encendido que la velocidad es superior a 9191 RPM, se pone un contador de reintentos (bloque 716), por ejemplo. Se deberá indicar que el contador de reintentos puede ponerse alternativamente a la inicialización, o se puede poner en otro punto en la rutina de reinicio de funcionamiento. Entonces puede iniciarse un retardo de tiempo predeterminado, tal como 500 ms (bloque 720). A continuación, se remuestrea la velocidad rotacional del rotor (bloque 722). Si se determina en el bloque 724 que la velocidad rotacional del rotor 16 todavía es superior al umbral predeterminado S1, la rutina efectuará entonces en el bloque 730 una comprobación para determinar el valor del contador de reintentos.

Si se determina en el bloque 730 que el contador de reintentos no es superior a 1, entonces puede generarse un error (bloque 732) y el sistema puede apagarse. En otros términos, esto tendría lugar cuando el contador de reintentos hubiese contado consecutivamente de 20 a 1. Esto indicaría que habría pasado un período de tiempo predeterminado. Si se determina en el bloque 730 que el contador de reintentos es superior a 1, el contador de reintentos se decrementa (bloque 734) y la rutina vuelve al bloque 720 donde se inicia otro retardo.

Si se determina que el bloque 724 a la velocidad rotacional del rotor era menor que el umbral S1, la rutina saltará para activar la rutina de arranque (bloque 740). En otros términos, en la realización descrita, la velocidad rotacional del rotor sigue siendo remuestreada durante un tiempo predeterminado si la velocidad rotacional remuestreada sigue excediendo del umbral S1. Los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que pueden implementarse métodos alternativos de verificación para cerciorarse de que la velocidad rotacional del rotor ha disminuido a un nivel seguro antes de saltar a la rutina de arranque. Por ejemplo, puede implementarse un retardo más largo en el que se puede eliminar la necesidad de utilizar el contador de reintentos. También se puede utilizar otras varias técnicas.

Cuando la rutina de arranque es activada en el bloque 740, el controlador 512 realiza modulación de pulsos en anchura (PWM) en la fase de devanados de estator que esté delante de los polos de rotor durante el arranque para evitar grandes picos de corriente cuando el rotor alcanza velocidad. La posición de rotor es conocida de ordinario al arranque a partir del estado de la señal procedente del codificador/sensor óptico 510. Efectivamente, cada pulso de corriente suministrado a los devanados de estator es troceado en muchos pulsos de corriente cortos (duración) hasta que la velocidad del rotor llega a una velocidad predeterminada. En ese punto, se aplican pulsos completos a los devanados de estator. Las transiciones de sensor óptico son interrogadas, sometidas a triple eliminación de rebote e inhabilitadas durante un período de tiempo mínimo después de una transición previa con el fin de reducir las posibilidades de ruido en la señal de salida.

Al arranque, la entrada de corriente se cicla para limitar el FET máximo a tiempo en todos los casos. Además, hay dos estados de conmutación únicos que reflejan el estado actual del sensor óptico. Durante el arranque, se usa un contador para asegurar que las fases del motor no se disparen mientras el rotor está en un estado bloqueado o afectado. El contador es inicializado para usarse como un gestor de tiempo para el control de fase del motor. El código pasa a una subrutina para supervisar la rotación del rotor comparando un valor incrementado con una constante escrita en el código. Esto limita el número de pulsos pwm permitidos antes de una transición inicial del sensor de codificador. Esto asegura que el motor no se retarde demasiado durante el arranque. El contador se incrementa durante cada ciclo de apagado PWM y el recuento actual se compara con el recuento máximo permisible en el modo de arranque. Si se alcanza el valor de recuento, tiene lugar un fallo. El motor se apaga así si el rotor no gira suficientemente rápido para actualizar la posición de codificador antes de alcanzar el recuento máximo. Esta secuencia de eventos duraría de ordinario aproximadamente 0,5 segundos.

Volviendo a la figura 12A, después de iniciar la rutina de arranque en el bloque 740, la rutina comprobará entonces si se ha producido una transición óptica (bloque 742). Si no se ha registrado una transición óptica, se genera un error indicando un problema al arrancar (bloque 744). Si se determina en el bloque 742 que se ha producido una transición óptica, la rutina puede comprobar la velocidad rotacional del rotor (bloque 746). Si se determina en el bloque 748 que la velocidad rotacional del rotor es menor que el umbral predeterminado S1, la rutina vuelve al bloque 740 para seguir ejecutando la rutina de arranque. Sin embargo, si se determina en el bloque 748 que la velocidad rotacional del rotor es mayor que el umbral predeterminado S1, la rutina representada en la figura 12B pasará a activar una rutina de aceleración (bloque 760).

En la realización descrita, las rutinas de arranque y aceleración, la corriente del motor es limitada por la corriente rms suministrada por la modulación por anchura de pulso (pwm) y la inductancia del estator-rotor. El trabajo de pwm se pone típicamente a aproximadamente 85% con una frecuencia pwm de 525 Hz. Este valor se pone para facilitar un arranque rápido suave sin crear un pico de corriente innecesariamente alto cuando el motor arranca.

Después de la carga de inicialización, se usa el contador tanto para supervisar una velocidad umbral de 9191 rpm como la velocidad del motor por reseteo después de cada borde de caída del codificador. Las 9191 rpm corresponden a un valor hex de FF00 (65280 decimal) cargado en un registro de recarga de temporizador. Este temporizador se pone al modo de disparo único de modo que dejará de contar después de llegar a este valor y pondrá un registro de bits. Este bit es etiquetado y muestreado y usado de forma rutinaria para determinar el lado

actual de la velocidad umbral. Si el bit está puesto, la velocidad es menor o igual a 9191 rpm, si no está puesto, la velocidad es más rápida. Esta velocidad umbral se usa entonces para encender y apagar el avance de fase electrónico. El avance de fase se implementa por encima de este umbral.

- 5 Los bordes de caída y subida del codificador son filtrados (sometidos a eliminación de rebote) y se pone un bit etiquetado QUAD_A después de un bajo lógico legítimo. QUAD_A se resetea después de un alto lógico legítimo. El bit QUAD_A se comprueba entonces para el control de fase apropiado cuando la lógica es alta.

10 En la rutina de aceleración, se utiliza un avance de fase electrónico por encima de 9191 rpm. En este punto, el control pasa a una subrutina y se usa un avance de fase para optimizar un par del motor para facilitar una aceleración suave a una velocidad operativa normal. Este avance es controlado por un algoritmo matemático que utiliza un tiempo entre los bordes de caída del sensor de codificador (es decir, el período) y calcula la cantidad apropiada de pulsos de temporizador necesarios después de un borde de caída para instituir y avanzar su disparo. Este algoritmo puede determinarse usando datos empíricos derivados de representar un par máximo a una carga operativa baja y un par máximo dentro de límites actuales y una carga operativa alta. Estos dos valores son convertidos a una pendiente (m), que puede ser, por ejemplo, 13. La fórmula para determinar el avance en base a la pendiente es:

20
$$MLA - ((MLV - PERIOD) / m) = ADV$$

donde MLA es un avance óptimo de carga máxima en un valor de recuento de temporizador, MLV es una velocidad a carga y rpm máximas, PERIOD es un valor de recuento de temporizador actual que representa un tiempo entre bordes de caída, m es una pendiente, y ADV es el nuevo avance como un valor de recuento de temporizador. Esto se simplifica a:

25
$$0,077 * PERIOD + 1821 = ADV$$

que se simplifica más a:

30
$$79 * PERIOD / 1024 + 1821 = ADV$$

Esta fórmula puede escribirse en el código y ejecutarse después de cada borde de caída del sensor de codificador cuando no está en modo de arranque para mantener un valor de avance válido. Pueden realizarse valores o cálculos de avance para determinar una Parada de Fase, un Complemento de Parada de Fase, un Resto de Parada, un Complemento de Avance, y una Zona de Par Positivo. Estos valores se escriben sistemáticamente en el temporizador para disparar las fases en los tiempos y la duración apropiados. Estos valores pueden cargarse para cada período nuevo (es decir, la mitad de una revolución del rotor).

40 La Zona de Par Positivo representa una porción de la relación radial de rotor/estator tal que, si las fases se energizasen, producirían un par en una dirección positiva. Esta zona puede ser, por ejemplo, 75% de cuadratura. Esto representaría aproximadamente 67,5°. Estos valores pueden basarse en la geometría y la funcionalidad del motor y podrían incluir, por ejemplo, 82% de cuadratura o aproximadamente 73,8°. El rango es debido a una influencia de latencias y carga de bobina y descarga de bobina adyacente. Estos retardos garantizan en encendido de las bobinas antes y las dejan encendidas más tiempo sin el costo de un par negativo apreciable. Usando el perfil de laminación ejemplar, puede usarse una Zona de Par Positivo de aproximadamente 82% para par máximo/velocidad más baja y valores más pequeños para par más bajo/velocidad más alta. Aplicar corriente a las bobinas en posiciones aparte de lo representado como la zona de pares positivos puede dar lugar a par nulo o a par negativo que produciría frenado del rotor.

50 La figura 13A ilustra una representación detallada en los eventos de conmutación de lado alto y de lado bajo dentro de la rutina de aceleración. La forma de onda 800 ilustra la señal recibida del conjunto optodetector 508. La forma de onda 802 ilustra el lado alto de la fase 'B' y la forma de onda 804 ilustra el lado bajo de la fase 'B'. La forma de onda 806 ilustra el lado alto de la fase 'A' y la forma de onda 810 ilustra el lado bajo de la fase 'A'. El tiempo 812 representa el avance de tiempo de fase. También se ilustra en la figura 13A un diagrama de tiempo 814 que ilustra la duración de tiempo de cálculo de avance y un diagrama de tiempo 816 que ilustra la lógica para QUAD_A. También se ilustran en la figura 13A valores de tiempo de avance 818a-818e que pueden cargarse para uso dentro de la rutina de aceleración.

60 Como se representa en los ejemplos de las figuras 13B-13G, con el fin de maximizar un par del motor y permitir que el motor opere dentro de niveles de corriente y/o voltajes aceptables, se puede utilizar una rutina para regular la corriente neta cambiando una parada de las fases activas. Esto se puede lograr supervisando continuamente la corriente. La corriente puede supervisarse utilizando circuitería analógica a digital, por ejemplo. En una realización, si la corriente excede de un umbral alto, una parada de la fase activa puede reducirse de un estado de parada alto de medio período a un estado de parada bajo. El estado de parada alto puede ser aproximadamente 95% de medio período y un estado de parada bajo puede ser aproximadamente 85% en un ejemplo. En otro ejemplo, la parada de una fase activa puede reducirse de un estado de parada alto de 90% de medio período a un estado de parada bajo

de 80%. En otra realización, si la corriente se reduce debido, por ejemplo, a una disminución de voltaje a un punto de un umbral bajo, la parada de la fase activa puede bascularse de un estado de parada más bajo a un estado de parada más alto. Una separación entre el umbral alto y bajo puede impedir que el sistema alterne entre los dos niveles. En otra realización, la rutina puede utilizar un punto de corte donde el motor se para y entra en un estado de fallo si la corriente sigue subiendo por encima del umbral máximo mientras opera en un estado de parada reducido. Ésta es una característica útil para motores que operan en un rango amplio de voltajes. En un ejemplo, voltajes de entrada de entre 12 voltios CC y 9 voltios CC pueden tolerarse por una disminución relativa de la corriente suministrada a los devanados en base únicamente a la reducción del voltaje. La salida del sistema puede tolerarse a niveles más bajos porque estos voltajes son insólitos en la mayoría de las aplicaciones.

Puede haber muchos casos en los que la corriente y/o el voltaje pueden exceder de un umbral y es posible que haya que cambiar un estado de parada. En un ejemplo, cuando el alternador del vehículo está encendido, puede producirse un aumento de voltaje produciendo un cambio de corriente. Si el alternador no está funcionando, como cuando el motor está apagado, y la batería de vehículo es la única fuente de potencia, el voltaje puede caer por debajo de niveles aceptables. En otro ejemplo, si una bobina del motor está dañada, puede producirse un pico de corriente que requiera un cambio en la parada. En tales casos, para responder a los niveles de cambio de corriente y/o voltaje, puede ejecutarse una rutina para regular la corriente neta cambiando una parada de las fases activas.

Para que el código de motor cambie a otra rutina durante la operación, puede usarse una interrupción. En el contexto del diseño de microcontroladores, una interrupción es un evento asíncrono que produce una transferencia inmediata del flujo de programa de usuario desde su bucle de ejecución actual a una rutina de servicio de interrupción (ISR). La finalidad de las interrupciones es proporcionar una respuesta determinista rápida a un evento externo sin la necesidad de una interrogación constante a la rutina principal del programa de fondo. Una ISR es análoga a una subrutina normal de instrucciones de procesado con una excepción. Es decir, la ISR puede ser llamada o invocada casi en cualquier momento, independientemente del bucle de ejecución de fondo actual.

Una ISR puede usarse para capturar inmediatamente un valor de temporizador en el caso de que se determine después de una eliminación de rebote que una señal es legítima y los valores exactos. Si se detecta una señal válida y el sensor de codificador es bajo, pueden realizarse varias acciones de mantenimiento. El temporizador puede resetearse entonces y arrancarse de nuevo para la medición de tiempo siguiente. Si se detecta una rutina de arranque, la ISR se ha completado. Si no es una rutina de arranque, la rutina puede continuar calculando un avance y cargando un resto de parada en el temporizador para una secuencia de primera vez y finalizar la ISR.

Un evento ISR puede dispararse a la terminación de cada conversión analógica a digital (por ejemplo, cada 12,56 μ s). El resultado de datos se recupera entonces y configura tal como, por ejemplo, de un número inicial de 11 bits a un número de 8 bits. Entonces puede determinarse en qué modo está la parada verificando un registro de señalizadores de bits. Si el bit es alto, se pondrá una parada al estado de parada alto, tal como, 95%, y si es bajo, la parada se pondrá al estado de parada bajo, por ejemplo, 85%.

La figura 13B muestra una rutina que puede usarse para ajustar el efecto de incrementar el voltaje en la toma de corriente mientras se opera en un estado de parada más alto (un porcentaje de parada más alto). Durante la operación normal del motor, si la corriente no excede de un límite de corriente establecido para el estado de parada más alto, tal como 95%, las fases pueden operarse normalmente. Sin embargo, si se excede el límite de corriente a partir del resultado analógico a digital más reciente o a través de un rebosamiento del ADC o una comparación entre los resultados en el límite establecido, entonces puede activarse una rutina de estado de parada. Se puede mantener un recuento operativo para eliminar el rebote de la lectura del ADC. Es decir, el código de motor puede requerir lecturas consecutivas por encima del límite establecido antes de cambiar el estado de parada. En un ejemplo, el recuento pueden ser cinco lecturas consecutivas. Alternativamente, la rutina puede cambiar el estado de parada después de una sola medición sobre el límite establecido, poniendo por ello el recuento a uno. Como se representa en la figura 13B, la corriente puede medirse en el bloque 820. Se puede poner un umbral de corriente y la corriente medida puede compararse con el umbral en el bloque 822. Si la corriente no excede del umbral, el recuento puede resetearse en el bloque 824 y la corriente puede medirse de nuevo. Alternativamente, la rutina puede volver a la operación normal después de la medición de un valor de corriente por debajo del umbral. Si la corriente medida es superior al umbral, el recuento se incrementa en el bloque 826. El recuento puede compararse entonces con un valor x en el bloque 830. El valor x puede ser, en un ejemplo, cinco, donde cinco mediciones consecutivas por encima del umbral disparan un cambio en el estado de parada. Si el recuento no es igual al valor x, la corriente puede medirse de nuevo en el bloque 820. Sin embargo, si el recuento es igual al valor x, el estado de parada puede reducirse en el bloque 832 a un estado de parada más bajo. Esto se realiza cambiando una variable que representa un porcentaje de medio período, que se usa en el cálculo de avance al calcular el tiempo de las fases, y actualizando el señalizador de estado de programa de un estado de parada más alto tal como 95% a un estado de parada más bajo tal como 85%.

La figura 13C es un gráfico que representa un ejemplo donde se toman cinco mediciones de corriente consecutivas por encima de un umbral mientras se está en un estado de parada más alto produciendo un cambio de un estado de parada más alto a un estado de parada más bajo. En el ejemplo de la figura 13C, el voltaje creciente produce un

aumento correspondiente de corriente que requiere un cambio en la parada para que el motor opere en una condición segura.

Una vez que la parada se cambia a un estado de parada más bajo, la corriente todavía puede supervisarse para ajustar los cambios repentinos por encima o por debajo de niveles aceptables. Por ejemplo, una vez en un estado de parada más bajo, la corriente de motor puede caer por debajo de niveles aceptables, requiriendo un aumento de la parada. Si el nivel de corriente cae entre los valores mínimo y máximo establecidos para el estado de parada más bajo, las fases pueden operarse normalmente. Sin embargo, si el nivel de corriente está por debajo del valor mínimo para el estado de parada más bajo, se puede ejecutar una rutina de eliminación de rebote.

La figura 13D ilustra una rutina que puede ser usada para ajustar el efecto de disminuir el voltaje en la toma de corriente mientras se opera en un estado de parada más bajo (un porcentaje de parada más bajo). Se puede llevar un recuento operativo similar al recuento descrito anteriormente para eliminar el rebote de la lectura del ADC. Sin embargo, en este caso, el código de motor puede requerir lecturas consecutivas por debajo de un umbral antes de cambiar el estado de parada. En un ejemplo, el recuento puede ser cinco lecturas consecutivas. Alternativamente, la rutina puede cambiar el estado de parada después de sólo una medición sobre el límite establecido, poniendo por ello el recuento a uno. Como se representa en la figura 13D, la corriente puede medirse en el bloque 840. La corriente medida puede compararse con el umbral en el bloque 842. Si la corriente no excede del umbral, el recuento puede resetearse en el bloque 844 y la corriente puede medirse de nuevo. Alternativamente, la rutina puede volver a operación normal después de la medición de un valor de corriente por debajo del umbral. Si la corriente medida está por debajo del umbral, el recuento se incrementa en el bloque 846. El recuento puede compararse entonces con un valor x en el bloque 850. El valor x puede ser, en un ejemplo, cinco, donde cinco mediciones consecutivas por debajo del umbral disparan un cambio en el estado de parada. Si el recuento no es igual al valor x, la corriente puede medirse de nuevo en el bloque 840. Sin embargo, si el recuento es igual al valor x, el estado de parada puede incrementarse en el bloque 852 a un estado de parada más alto.

La figura 13E es un gráfico que representa un ejemplo donde se toman cinco mediciones de corriente consecutivas por debajo de un umbral produciendo un cambio de un estado de parada más bajo a un estado de parada más alto. En el ejemplo de la figura 13D, el voltaje decreciente produce una disminución correspondiente de la corriente que requiere un cambio de la parada para que el motor opere en una condición segura.

Una vez que la parada se cambia de nuevo al estado de parada más alto, la corriente todavía puede ser supervisada para ajustar cualesquiera otros cambios por encima o por debajo de niveles aceptables. Si el nivel de corriente excede del nivel de corriente máxima, a través de rebosamiento del valor ADC más alto que el límite establecido o umbral, se puede realizar una eliminación de rebote final.

La figura 13F ilustra una rutina que puede ser usada para ajustar el efecto del voltaje creciente sobre el consumo de corriente mientras opera en un estado de parada más alto (un porcentaje de parada más alto). En un ejemplo, la rutina de la figura 13F puede implementarse solamente después de un cambio de un estado de parada más bajo a un estado de parada más alto. En otro ejemplo, la rutina de la figura 13F puede implementarse inmediatamente a partir de un estado de parada más alto. Un recuento operativo similar al recuento descrito anteriormente puede mantenerse para eliminar el rebote de la lectura ADC. De forma similar a la rutina descrita anteriormente, el código de motor puede medir lecturas consecutivas por encima de un umbral. En un ejemplo, el recuento puede ser cinco lecturas consecutivas. Alternativamente, la rutina puede cambiar el estado de parada después de sólo una medición sobre el límite establecido, poniendo por ello el recuento a uno. Como se representa en la figura 13F, en el bloque 860, la corriente puede medirse. La corriente medida puede compararse con el umbral en el bloque 862. Si la corriente no excede del umbral, el recuento se puede resetear en el bloque 864 y la corriente se puede medir de nuevo. Alternativamente, la rutina puede volver a operación normal después de la medición de un valor de corriente por debajo del umbral. Si la corriente medida es superior al umbral, el recuento se incrementa en el bloque 866. El recuento puede compararse entonces con un valor x en el bloque 870. El valor x puede ser, en un ejemplo, cinco, donde cinco mediciones consecutivas por encima del umbral disparan una condición de fallo. Si el recuento no es igual al valor x, la corriente puede medirse de nuevo en el bloque 860. Sin embargo, si el recuento es igual al valor x, en el bloque 872 se apagan las fases y se introduce un estado de fallo y se carga el código de error correspondiente. La operación normal de las fases implica utilizar señalizadores de estado de programa para disparar las fases apropiadamente.

La figura 13G es un gráfico que representa un ejemplo donde se toman cinco mediciones de corriente consecutivas por encima de un umbral que producen una condición de fallo. En el ejemplo de la figura 13F, el voltaje creciente produce un incremento correspondiente de corriente haciendo por ello que las fases se apaguen y que se introduzca un estado de fallo y se cargue el código de error correspondiente.

Aunque las rutinas de las figuras 13B-13G anteriores se describen con una secuencia específica, los expertos entenderán que las rutinas descritas anteriormente pueden ejecutarse en cualquier secuencia o ejecutarse sin requerir que primero se ejecute otra rutina. Por ejemplo, la rutina descrita en la figura 13D puede ejecutarse primero si el motor arranca en un estado de parada más bajo en lugar de un estado de parada más alto. En otro ejemplo, la

rutina de la figura 13F puede ejecutarse primero poniendo el código de motor en un estado de fallo después de la primera medición de corriente alta.

5 Una ISR puede hacerse activa cuando se determina que el motor no está en modo de arranque, donde la ISR se resetea y recarga nuevos valores en base a nuevos valores desarrollados por una rutina de cálculo de avance. Este secuenciador opera a través de un período y empieza de nuevo en cada borde de caída del sensor de codificador a condición de que el motor no esté en modo de arranque.

10 Para asegurar que el motor no gire a una velocidad insegura, se lleva a cabo una comprobación de velocidad máxima durante cada cálculo de avance de fase. El período conocido capturado a partir del recuento de un temporizador se compara con un período mínimo para la velocidad más alta permisible. Si el período de corriente es más corto que este límite, con relación a una velocidad más alta, las fases se cierran y el sistema entra en un estado de fallo.

15 Para la misma finalidad que el recuento de pulsos a velocidad lenta, también hay una comprobación en SP para cerciorarse de que la señal de codificador, si se interrumpe o pierde, no pone en peligro la operación del motor. Esto se realiza manteniendo un recuento de cuántos pulsos PWM han tenido lugar desde que se recibió la última señal de codificador. Si el recuento llega al límite antes de que el codificador se haya actualizado, las fases de motor se cierran antes de entrar en un estado de fallo.

20 La figura 14 ilustra la diferencia entre la operación de control de motor de la técnica anterior en función de rpm en comparación con un ejemplo de la realización descrita. Se ha demostrado que el par positivo neto da lugar a un mejor manejo del control de fase. Un motor construido según la realización descrita reduce el disparo de fases en la zona de par negativo, reduciendo así el frenado y permitiendo que un motor opere más rápido y de forma audiblemente más silenciosa.

Enfriamiento del motor y componentes electrónicos

30 Dado que el controlador electrónico para un motor sin escobillas o un motor SR puede calentarse, un flujo de aire refrigerante separado puede ser útil para evitar el sobrecalentamiento. El sistema ilustrado 100 tiene conductos para proporcionar tal flujo de aire. El flujo de aire es movido por las palas de un ventilador de enfriamiento que está montado en el eje motor, cerca de la base del motor 200. El ventilador de enfriamiento podría ser, por ejemplo, un ventilador axial. Aspirado por este ventilador de enfriamiento, un flujo de aire refrigerante entra en la cavidad 102 a través de una admisión de aire refrigerante 900 (figura 1) en el segmento de pared de cabina 108, cerca de la placa de circuitos 220. Las paredes de conductos 910, que se ven mejor en las figuras 3 y 16, forman límites de un recorrido de aire refrigerante que va directamente desde la admisión de aire refrigerante a la placa de circuitos. El flujo de aire que pasa por la placa de circuitos contribuye a enfriar los componentes electrónicos.

40 Este aire refrigerante es aspirado por el ventilador de enfriamiento de la cabina a través de la placa de circuitos 220 a la parte superior del motor 200, y luego baja a través del centro del motor al ventilador de enfriamiento. El ventilador de enfriamiento impulsa entonces el aire hacia fuera. Cuatro aberturas en forma de D 930 en los bordes exteriores de la parte inferior del motor permiten que el aire refrigerante sea impulsado a la cavidad 102, donde se une al aire de trabajo expulsado y puede expulsarse del vehículo. Este recorrido de flujo del aire refrigerante minimiza la posibilidad de que el aire que haya sido calentado por el motor sea recirculado a la cabina, contribuyendo a asegurar que el aire de la cabina siga siendo fresco y esté suficientemente frío para enfriar efectivamente el motor y los otros componentes.

La pared del chasis

50 La pared de chasis 130, que se ve en la figura 18, está colocada debajo de la base del conjunto de motor/ventilador 120, y proporciona una cara donde el depósito extraíble 150 puede conectarse, poniendo el interior del depósito en comunicación de fluido con el impulsor principal 210 en el conjunto de motor/ventilador. La pared de chasis ilustrada está colocada con una parte trasera 940 debajo del conjunto de motor/ventilador y una parte delantera 942 extendiéndose hacia el interior de la cabina 110. (La cabina puede incluir un compartimento separado al que se accede desde la cabina principal a través de una puerta de acceso). En esta disposición, una junta estanca de capó de motor 646 (figura 3A) está colocada entre la pared de chasis y el conjunto de motor/ventilador, contribuyendo a sellar y aislar a las vibraciones los dos componentes.

60 La pared de chasis 130 tiene una abertura de impulsor 950 que se abre directamente al eje del impulsor principal 210. La colocación de la abertura de impulsor cerca del eje del impulsor, no impedido por las vueltas, permite al impulsor principal aspirar eficientemente aire a través de la abertura de impulsor.

65 En la disposición ilustrada, un conector corto 954, que se ve en la figura 19, está dispuesto en la parte delantera 942 de la pared de chasis 130. Este conector sirve como un punto de montaje de la manguera 140, y dirige el aire sucio desde la manguera a través de una abertura de manguera 956 al depósito. La forma recta y la longitud corta del

conector (no más de unas pocas pulgadas) reduce el riesgo de que la suciedad o los residuos arrastrados queden atascados dentro del conjunto, requiriendo una reparación cara o laboriosa.

La manguera

La manguera de vacío 140 que se ve en la figura 2 se extiende a la cabina 110 desde el conector corto 954 en la pared de chasis 130. La manguera tiene un extremo de aspiración que puede ser dirigido por el usuario a las zonas del vehículo a limpiar. En la disposición ilustrada, la manguera puede soltarse del conector para facilitar el almacenamiento, la sustitución o la limpieza de la manguera. Preferiblemente, sin embargo, el conector se coloca en un compartimiento de manguera dentro de la cabina 110, donde la manguera puede guardarse en su lugar sin necesidad de separar la manguera cuando no esté en uso. Se conocen y pueden usarse muchos tipos de mangueras diferentes (con o sin boquillas en el extremo de aspiración), pero una manguera plegable puede ser deseable para facilitar el almacenamiento de la manguera cuando no esté en uso.

El depósito extraíble

El depósito 150, que se ve en las figuras 19 y 20, se usa para almacenar la suciedad y los residuos recogidos a través de la manguera. El depósito puede moverse entre una posición montada (para almacenamiento o aspiración activa) y una posición quitada (para vaciar la suciedad y los residuos recogidos en el depósito). El depósito ilustrado tiene una tapa superior extraíble 960 que ayuda a reducir la posibilidad de que la suciedad o los residuos se derramen mientras se esté moviendo el depósito. En la posición montada, una salida 962 que está colocada en una parte trasera de la tapa se alinea con la abertura de impulsor 950 en la pared de chasis 130, poniendo el interior del depósito en comunicación de fluido con el impulsor principal 210. Al mismo tiempo, una entrada 964 que está colocada en una parte delantera de la tapa se alinea con la abertura de manguera 956 en el conector corto en la pared de chasis, poniendo el depósito en comunicación de fluido con la manguera. De esta forma, el impulsor principal puede aspirar aire sucio a través de la manguera y a través de la entrada al depósito extraíble, donde es filtrado. El impulsor principal aspira entonces aire limpio del depósito.

El diseño ilustrado permite al usuario sacar convenientemente el depósito 150, desconectando tanto la entrada 964 de la abertura de manguera 956 como la salida 962 de la abertura de impulsor 950 en un solo movimiento. Este diseño también elimina la necesidad de desconectar por separado la manguera 140 del depósito si el usuario desea mover el depósito sin tener que llevar también la manguera.

Según se ve en la figura 20, el depósito ilustrado 150 tiene un filtro de cartucho 970 que se conecta extraíblemente a la tapa 960. El cartucho está dispuesto de modo que un paso central en el filtro esté alineado con la abertura de impulsor 950. Como es conocido en la técnica, también se puede usar un filtro bolsa 972 en lugar de o junto con un cartucho sustituable. Sea cual sea la disposición que se use, el aire procedente del depósito se limpia (en este caso haciéndolo pasar a través de un filtro) antes de ser aspirado a través de la salida 962 al impulsor principal 210.

Girando hacia fuera del impulsor principal, este aire de trabajo se une al flujo de aire refrigerante y sale de la cavidad 102 entre el segmento de pared de cabina 108 y el panel exterior 104 del vehículo. En la realización ilustrada de la invención, el aire sale de la cavidad a través de la abertura de liberación de aire 160, pero otras disposiciones son posibles.

Para ayudar a evitar que el flujo de aire (o residuos) escape entre el depósito 150 y la pared de chasis 130, se puede montar una junta estanca de aire sucio 974 en la tapa 960, alrededor de la entrada 964. Esta junta estanca encaja entre la tapa y el conector corto 954 cuando el depósito está en la posición montada, sellando la conexión. Igualmente, se puede montar una junta estanca de aire limpio 976 alrededor de la abertura de impulsor 950. Esta junta estanca encaja entre la tapa y la abertura de impulsor cuando el depósito está en la posición montada, sellando dicha conexión.

La instalación y la extracción del depósito es especialmente útil y eficiente. Unas pestañas laterales estrechas 980 están colocadas en lados opuestos del depósito 150. En esta ilustración, las pestañas están colocadas cerca de la parte superior de las paredes laterales del depósito, pero otras disposiciones son posibles. Estas pestañas encajan sobre porciones de rampa inclinadas estrechas 982 que están conectadas a la pared de chasis 130. Cuando descansan sobre las porciones de rampa, las pestañas soportan el depósito de modo que pueda moverse en un movimiento deslizante generalmente horizontal que desplaza el depósito desde una posición avanzada que se ve en la figura 22, donde la parte trasera del depósito está hacia delante de la parte trasera de la pared de chasis, a una posición elevada hacia atrás que se ve en la figura 23, donde la parte trasera del depósito está cerca del borde trasero de la pared de chasis. El ángulo de las porciones de rampa hace más fácil la alineación inicial del depósito en las porciones de rampa, y también permite que las juntas estancas 974, 976 pasen por debajo del borde delantero de la pared de chasis cuando el depósito deslice hacia atrás.

La parte trasera del depósito ilustrado 150 tiene una pestaña trasera estrecha 984. Cuando el depósito es movido a la posición hacia atrás, la pestaña trasera engancha un labio 986 cerca del borde trasero de la pared de chasis 130. En esta posición hacia atrás, el ángulo de las porciones de rampa 982 sale de la parte delantera del depósito algo

espaciada debajo del borde delantero superior de la pared de chasis. El enganche entre el labio y la pestaña trasera soporta el depósito, y permite al usuario pivotar la parte delantera del depósito hacia arriba, moviendo el depósito desde la posición hacia atrás a una posición montada que se ve en la figura z. Este movimiento de pivote hacia arriba también presiona la junta estanca de aire sucio 974 entre la abertura de manguera 956 y la entrada 964, sellando dicha conexión, y presiona la junta estanca de aire limpio 976 entre la abertura de impulsor 950 y la salida 962, sellando dicha conexión.

Unos salientes 986 en la tapa 960 contribuyen a guiar este movimiento desde la posición hacia atrás en las porciones de rampa 982 a la posición montada. Los salientes cortos, elevados, ahusados ilustrados están colocados cerca de la entrada 964. Cuando se pivota el depósito 150, los salientes de alineación encajan en y se alinean con las aberturas alineadas 988 en la pared de chasis 130, contribuyendo a guiar el depósito a la posición montada. Los salientes ilustrados tienen una anchura de entre 1/8" y 2" y una altura de entre 1/8" y 1". Después de montar el depósito, el encaje vertical de los salientes en las aberturas alineadas también ayuda a fijar el depósito en posición si el vehículo se ve implicado en una colisión. Este encaje puede ayudar a reducir el riesgo de que el depósito sea un proyectil que pueda ser un peligro para los ocupantes del vehículo.

Una palanca de liberación 990 ayuda a fijar el depósito 150 en la posición montada. Aunque se pueden usar otras disposiciones, las palancas de liberación que se ven en las figuras 3 y 21-24 están conectadas a una parte delantera del depósito en un pivote. La palanca de liberación que se ve en la figura 3A tiene dos brazos de retención que se extienden hacia arriba 992. Los brazos pueden ser empujados por muelle y también se pueden hacer de un material elástico para facilitar la retención. Cuando el depósito es movido a la posición montada, dos porciones que se extienden hacia atrás 994 de los brazos de retención se retienen sobre los bordes de retención horizontales 996 en la pared de chasis 130, sujetando el depósito en posición. En este ejemplo, cuando el depósito es pivotado desde la posición hacia atrás a la posición montada, unas superficies excéntricas inclinadas 997 encima de los brazos de retención entran en contacto con una superficie inferior en la pared de chasis. Este contacto empuja las secciones de extensión de los brazos de retención lateralmente hacia delante cuando los brazos de retención se desplazan hacia arriba hacia los bordes de retención horizontales. Cuando el depósito se aproxima más a la posición montada, las superficies excéntricas se liberan de la superficie inferior de la pared de chasis, y cuando el depósito llega a la posición montada, los brazos de retención salen del borde superior de los bordes de retención horizontales y saltan lateralmente hacia atrás a enganche con dicho borde. Este enganche de las porciones que se extienden hacia atrás de los brazos de retención en las superficies de retención horizontales en la pared de chasis proporciona un soporte horizontal que sujeta la parte delantera del depósito en la posición montada.

La palanca de liberación que se ve en las figuras 21-24 tiene un borde de retención continuo 994' que encaja sobre el borde delantero 996' de la pared de chasis.

Puede usarse un brazo de liberación 998 de la palanca de liberación 900 para liberar el enganche de los brazos de retención 992 o 992'. El brazo de liberación ilustrado está situado debajo del pivote. Cuando el brazo de liberación es empujado hacia atrás, la palanca de liberación gira alrededor del pivote, haciendo que los brazos de retención se desplacen lateralmente hacia delante. Este movimiento desliza las porciones de extensión de los brazos de retención sacándolas de los bordes de retención horizontales 996 o 996', sacando el soporte de la parte delantera del depósito 150 y dejando que pivote hacia abajo de la pared de chasis 130. El movimiento descendente rompe los cierres herméticos en la abertura de impulsor 950 y en la abertura de manguera 956 y lleva el depósito a la posición hacia atrás en la que las pestañas laterales 980 del depósito son soportadas por las porciones de rampa inclinadas 982. Desde aquí, el usuario puede deslizar el depósito hacia delante para sacar el depósito.

En la disposición que se ve en la figura 3, un rebaje de dedo opcional 1000 está colocado en el lado delantero del depósito 150, cerca o al menos parcialmente detrás del brazo de liberación 998. Este rebaje proporciona una forma conveniente para el usuario sujete el borde delantero del depósito con los dedos mientras presiona el brazo de liberación, contribuyendo a reducir cualquier posibilidad de que el depósito resbale al pivotar hacia abajo de la posición montada. El usuario también puede usar el rebaje para deslizar el depósito hacia delante después de haberlo liberado del retén.

Esta descripción de varias realizaciones de la invención se ofrece a efectos ilustrativos. El pleno alcance de la invención se expone en las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto aspirador que tiene:

un conjunto de motor/ventilador (120) que tiene un motor (10, 200) y un impulsor de aire (210);

una manguera de vacío (140); y

un depósito (150) que puede moverse entre (1) una posición montada y (2) una posición quitada,

caracterizado

porque el depósito (150) tiene una tapa extraíble (960) y una entrada (964) y una salida (962) en la tapa (960),

porque en (1), la posición montada, la entrada (964) comunica con la manguera y la salida (962) comunica con el conjunto de motor/ventilador (120),

porque en (2), la posición quitada, la entrada (964) está desconectada de la manguera (140) y la salida (962) está desconectada del conjunto de motor/ventilador (120).

2. Un conjunto aspirador según la reivindicación 1, **caracterizado**

porque el conjunto de motor/ventilador (120) está montado en una cavidad interna (102) entre un panel externo de cuarto trasero (104) de un vehículo (106) y un segmento de pared de cabina generalmente vertical (108), y

porque el vehículo (106) tiene una abertura de liberación de aire (160) que va desde la cavidad (102) al exterior del vehículo (106).

3. Un conjunto aspirador según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado**

porque el motor (10, 200) es un motor SR y está montado en una disposición generalmente vertical detrás de un segmento de pared de cabina (108) de un automóvil (106), y

porque el impulsor de aire (210) está conectado a un extremo inferior del motor (10, 200) y gira en un eje generalmente vertical.

4. Un conjunto aspirador como el expuesto en alguna de las reivindicaciones 1-3, **caracterizado porque** el motor (10, 200) está colocado encima de una pared de chasis generalmente horizontal que se extiende a la cabina de un automóvil (106).

5. Un conjunto aspirador como el expuesto en alguna de las reivindicaciones 1-4, **caracterizado**

porque el impulsor de aire (210) está conectado a un extremo inferior del motor (10, 200) y gira en un eje generalmente vertical, y

porque el motor (10, 200) está colocado encima de una pared de chasis generalmente horizontal que tiene una abertura de impulsor que se abre al eje del impulsor (210).

6. Un conjunto aspirador como el expuesto en alguna de las reivindicaciones 1-5, **caracterizado**

porque un controlador electrónico está conectado eléctricamente al motor (10, 200) y está montado en una placa de circuitos,

porque la placa de circuitos está colocada al lado del motor (10, 200) y se extiende generalmente perpendicular a un segmento de pared de cabina (108) de un vehículo (106), y

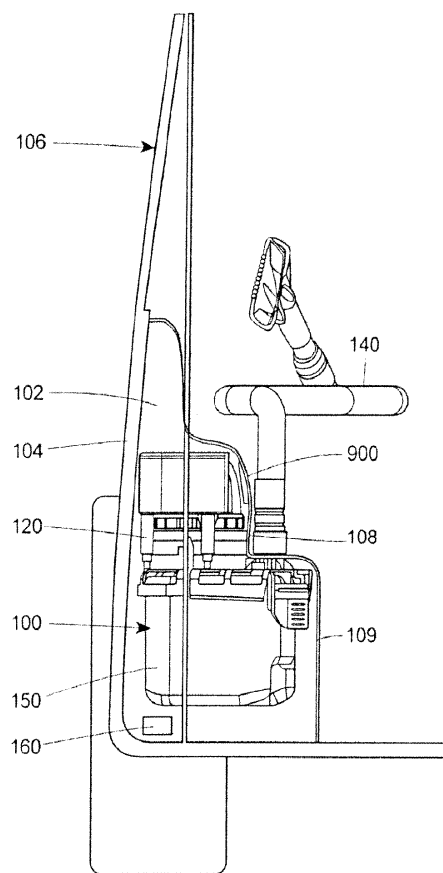
porque una admisión de aire refrigerante (900) está colocada en el segmento de pared de cabina (108), cerca del controlador.

7. Un conjunto aspirador como el expuesto en alguna de las reivindicaciones 1-6, **caracterizado porque** una junta estanca de aire sucio (974) está montada en la tapa (960) y está colocada entre la tapa (960) y la abertura de manguera (140) cuando el depósito (150) está en la posición montada.

8. Un conjunto aspirador como el expuesto en alguna de las reivindicaciones 1-7, **caracterizado porque** una junta estanca de aire limpio (976) está montada en la tapa (960) y está colocada entre la tapa (960) y la abertura de impulsor (950) cuando el depósito (150) está en la posición montada.

9. Un conjunto aspirador como el expuesto en alguna de las reivindicaciones 1-8, **caracterizado porque** un cartucho filtro (970) está conectado extraíblemente a la tapa (960) en una disposición en la que un paso central en el filtro (970) está alineado con la salida (962).
- 5 10. Un conjunto aspirador como el expuesto en alguna de las reivindicaciones 1-9, **caracterizado porque** la tapa (960) encaja contra una pared de chasis (130), y
- 10 **porque** la pared de chasis (130) y la tapa (960) tienen una abertura alineada (988) y un saliente de alineación que encaja dentro de la abertura alineada (988) cuando el depósito (150) está en la posición montada.
- 15 11. Un conjunto aspirador como el expuesto en alguna de las reivindicaciones 1-10, **caracterizado porque** pestañas laterales (980) están colocadas en lados opuestos del depósito (150), encajan sobre porciones de rampa inclinadas (982) conectadas a la pared de chasis (130), y soportan el depósito (150) en un movimiento deslizante generalmente horizontal desde una posición situada hacia delante a una posición elevada situada hacia atrás.
- 20 12. Un conjunto aspirador como el expuesto en alguna de las reivindicaciones 1-11, **caracterizado porque** una pestaña trasera (984) está colocada en una parte situada hacia atrás del depósito (150), engancha un labio (986) cerca de una parte situada hacia atrás de la pared de chasis (130), y soporta el depósito (150) en un movimiento pivotado desde una posición situada hacia atrás a la posición montada.
- 25 13. Un conjunto aspirador como el expuesto en alguna de las reivindicaciones 1-12, **caracterizado porque** una palanca de liberación (990) está conectada a una parte delantera del depósito (150) en un pivote, y
- porque** un brazo elástico de retención (992, 992') en la palanca de liberación (990) se retiene sobre un borde de retención horizontal (996) en la pared de chasis (150) cuando el depósito (150) está en la posición montada.
- 30 14. Un conjunto aspirador como el expuesto en alguna de las reivindicaciones 1-13, **caracterizado porque** una palanca de liberación (990) está conectada a una parte situada hacia delante del depósito (150) en un pivote,
- 35 **porque** un brazo elástico de retención (992, 992') en la palanca de liberación (990) se retiene sobre un borde de retención horizontal (996) en la pared de chasis (130) cuando el depósito (150) está en la posición montada, y
- 40 **porque** una superficie excéntrica (997) presiona el brazo de retención (992, 992') lateralmente cuando el depósito (150) es pivotado desde una posición situada hacia atrás a la posición montada y el brazo de retención (992, 992') se desplaza hacia el borde de retención horizontal (996, 996'), y (b) se libera cuando el depósito (150) llega a la posición montada, permitiendo que el brazo salte a enganche con el borde de retención horizontal (996, 996').
15. Un conjunto aspirador según la reivindicación 1, **caracterizado**
- 45 **porque** una palanca de liberación (990) está conectada a una parte situada hacia delante del depósito (150) en un pivote, y
- porque** un rebaje de dedo (1000) está colocado en el borde situado hacia delante del depósito (150), al menos parcialmente detrás de la palanca de liberación (990).
- 50 16. Un conjunto aspirador como el expuesto en alguna de las reivindicaciones 1-15, **caracterizado porque** pestañas laterales (980) están colocadas en lados opuestos del depósito (150) y encajan sobre porciones de rampa inclinadas (982) conectadas a la pared de chasis (130) y soportan el depósito (150) en movimiento deslizante generalmente horizontal desde una posición situada hacia delante a una posición elevada situada hacia atrás,
- 55 **porque** una pestaña trasera (984) está colocada en una parte situada hacia atrás del depósito (150), engancha un labio (986) cerca de una parte situada hacia atrás de la pared de chasis (130), y soporta el depósito (150) en movimiento pivotado desde una posición situada hacia atrás a la posición montada, y
- 60 **porque** uno o varios salientes de alineación con una cara vertical encajan y se alinean con una o varias aberturas alineadas (988).

FIG. 1



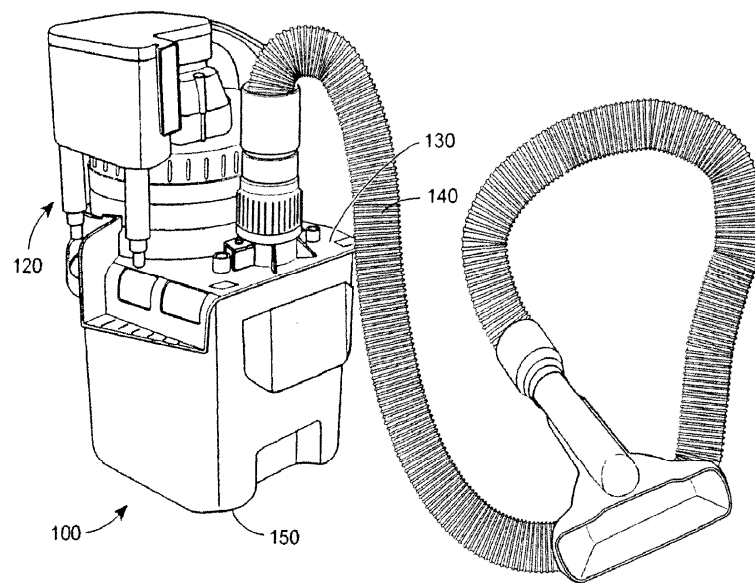


FIG. 2

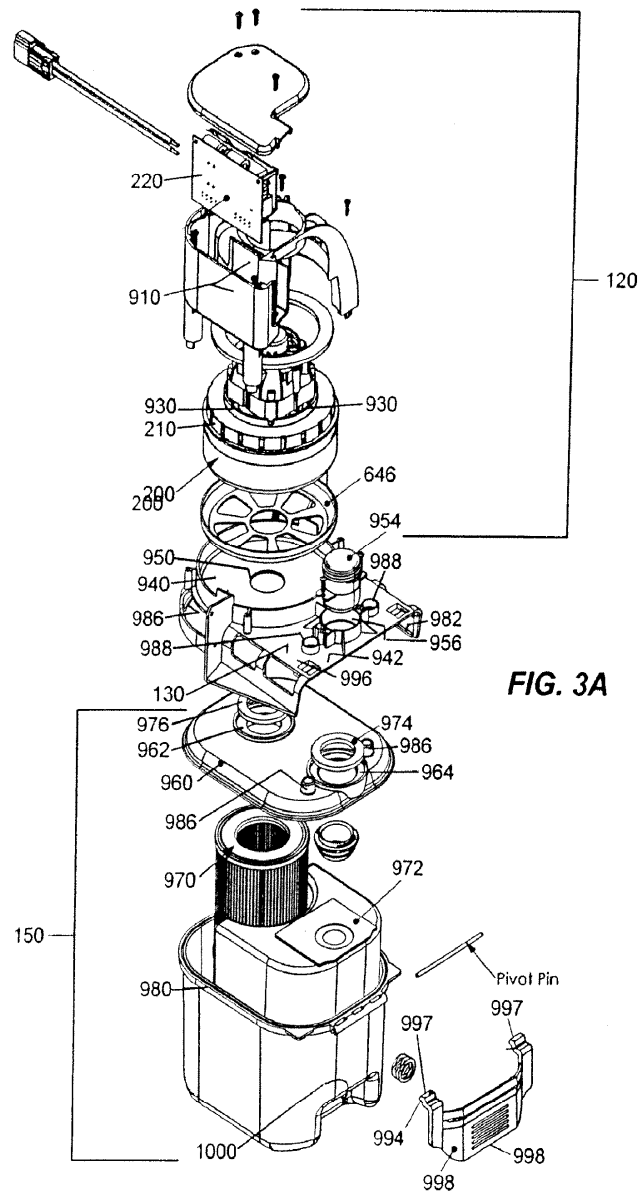


FIG. 3B

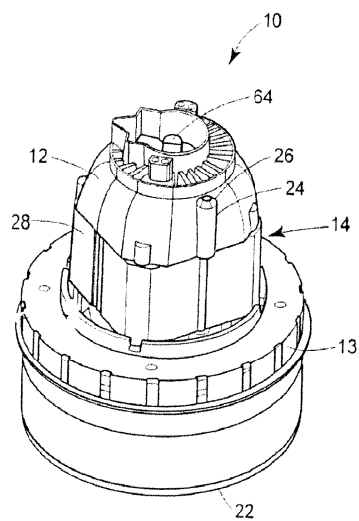


FIG. 3C

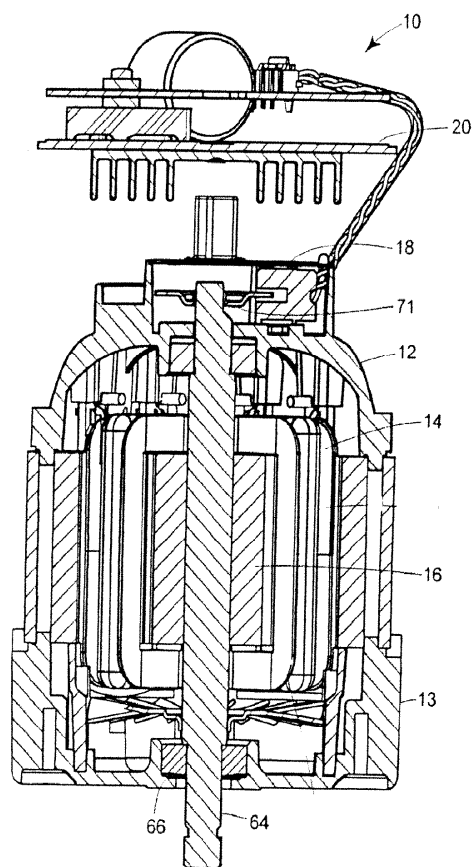


FIG. 3D

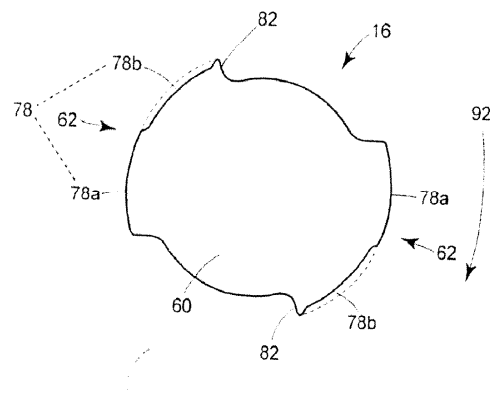


FIG. 3E

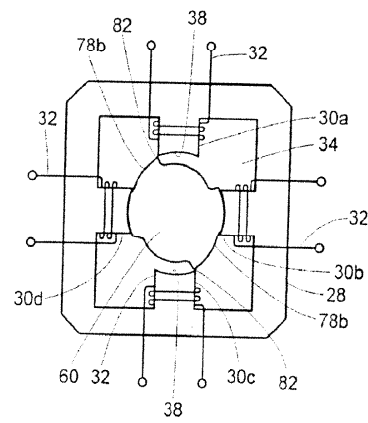


FIG. 3F

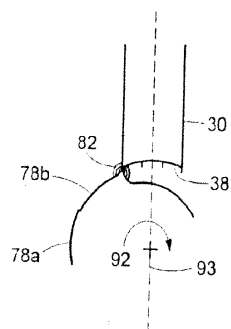
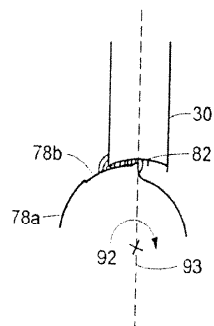


FIG. 3G



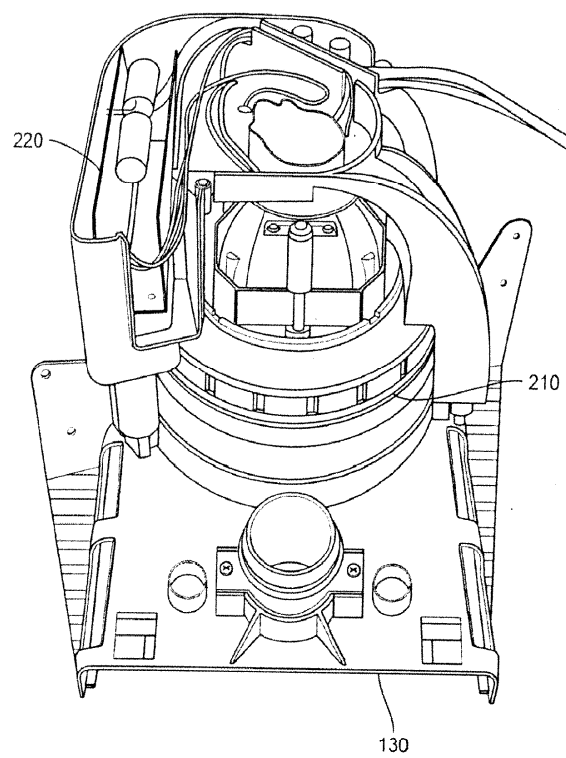


FIG. 4

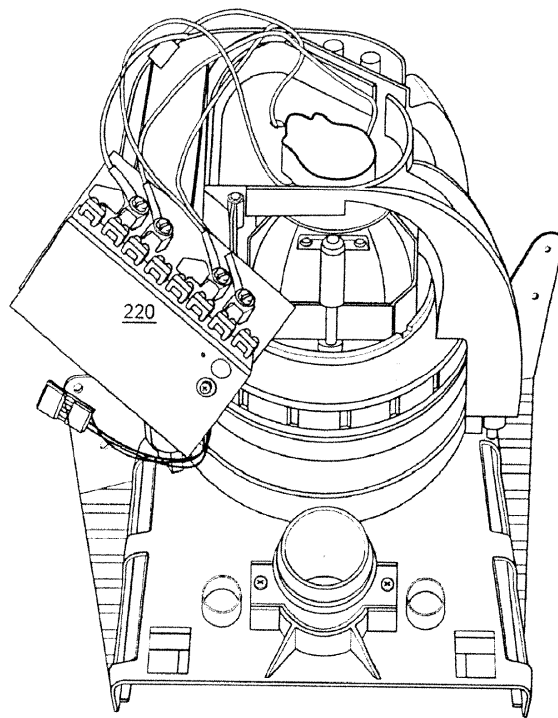


FIG. 5

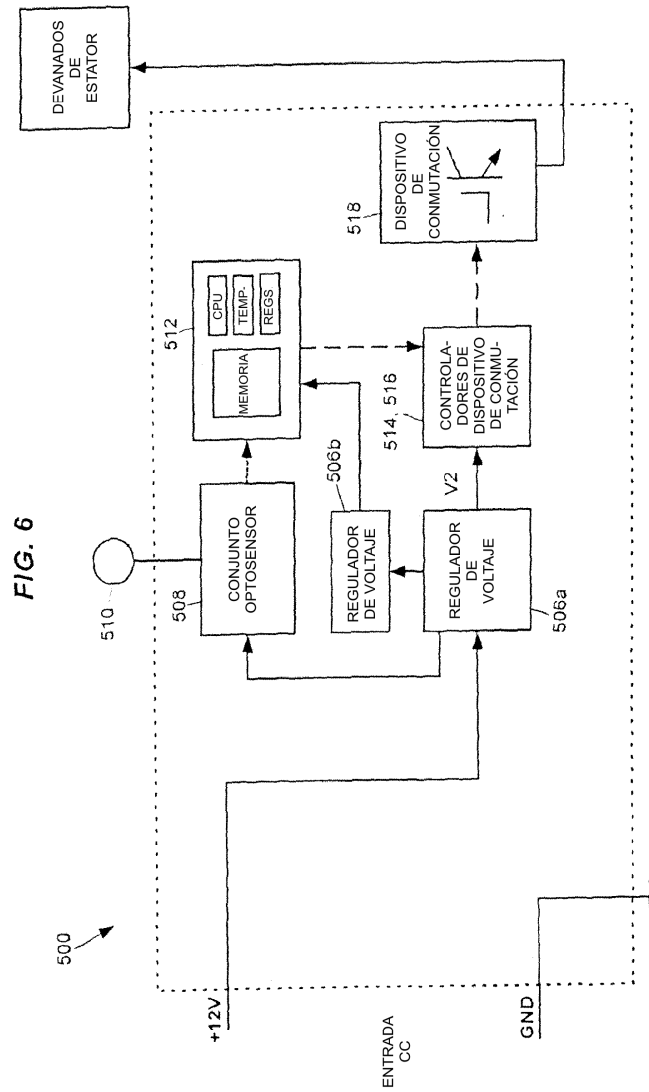


FIG. 7

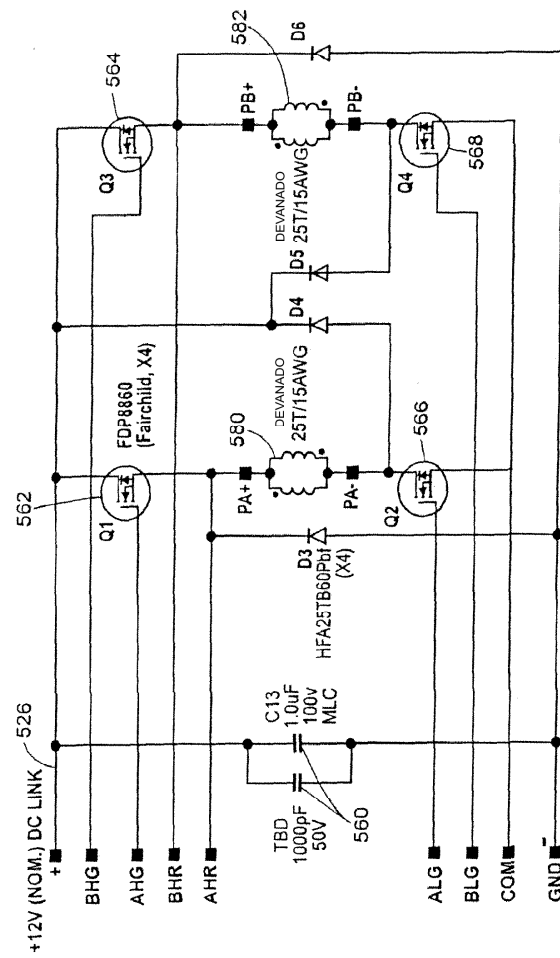


FIG. 8A

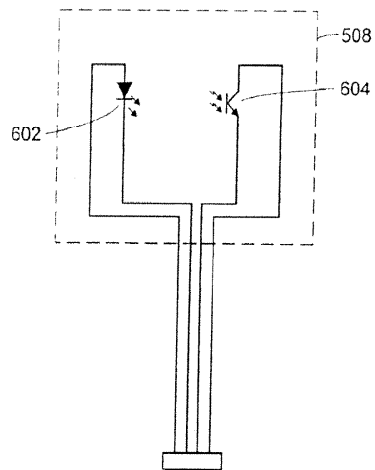
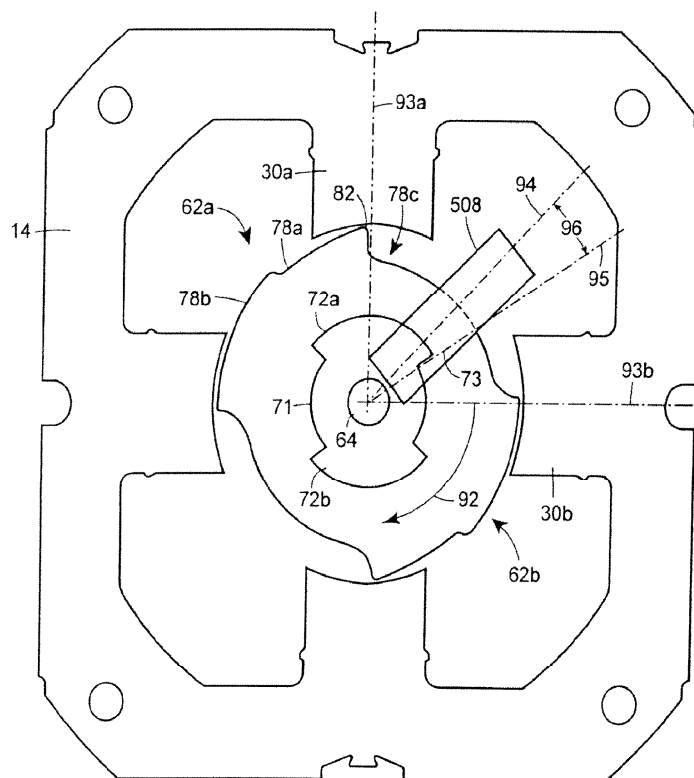


FIG. 8B



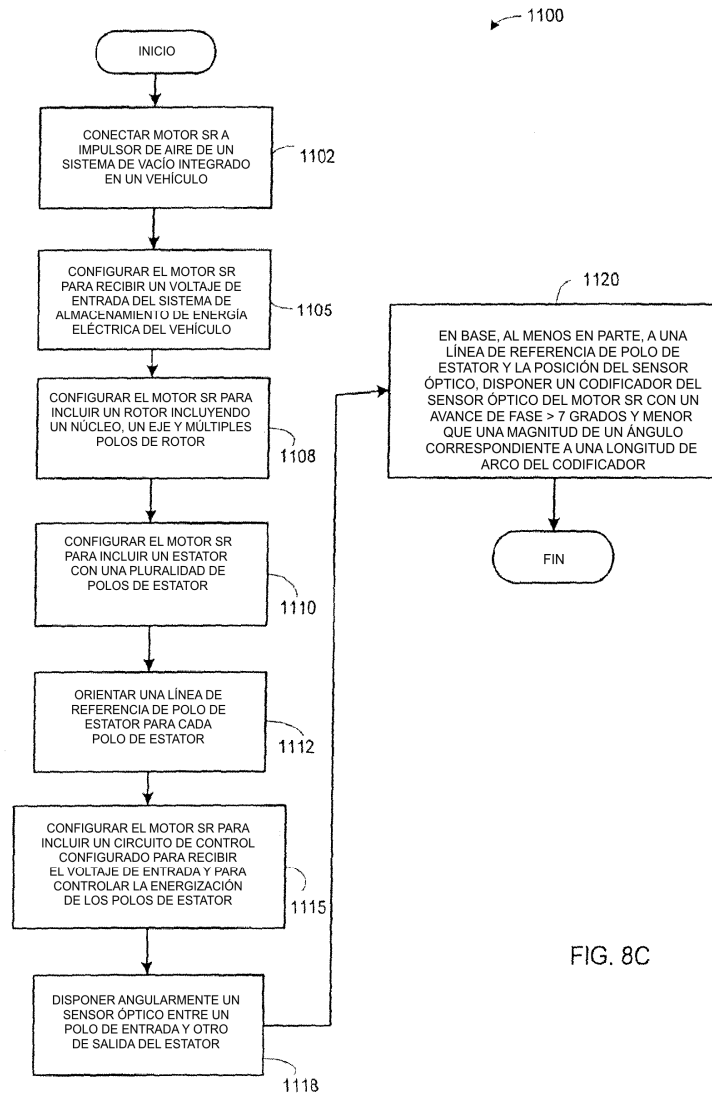


FIG. 8C

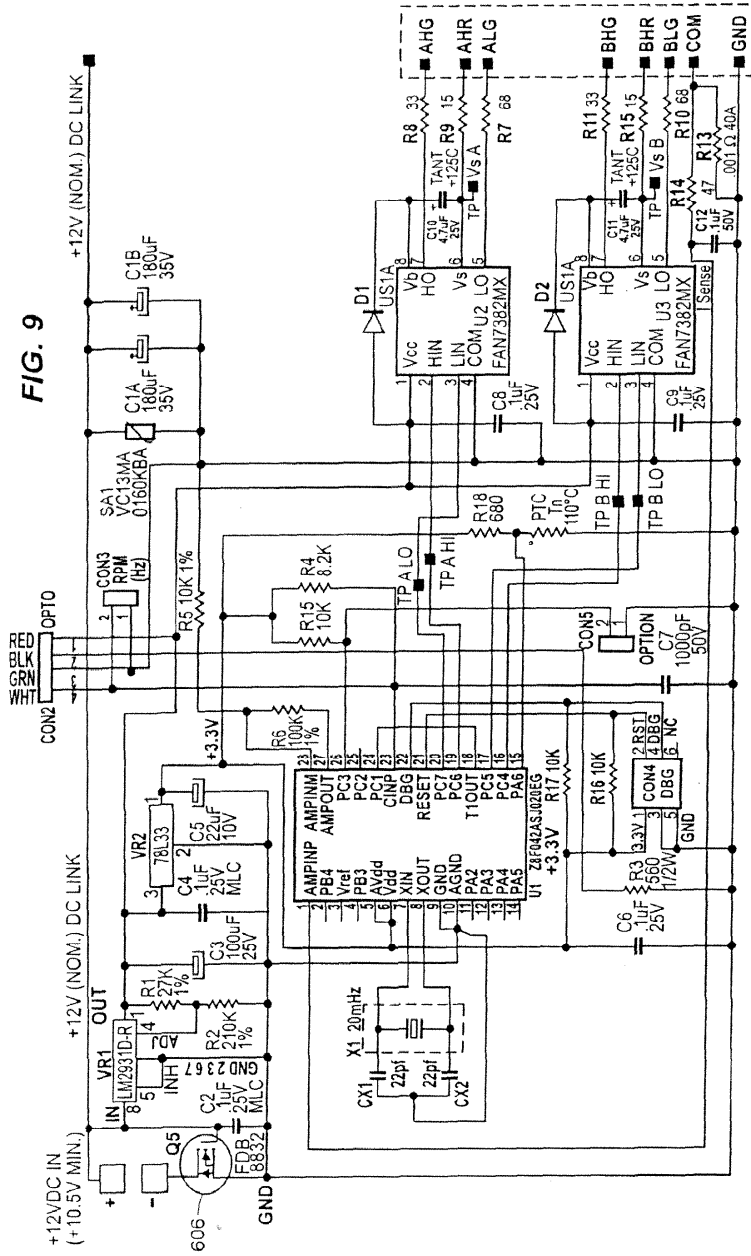


FIG. 10

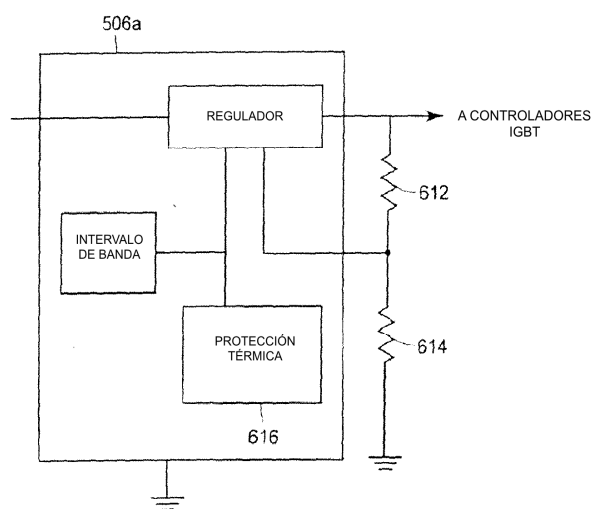


FIG. 11

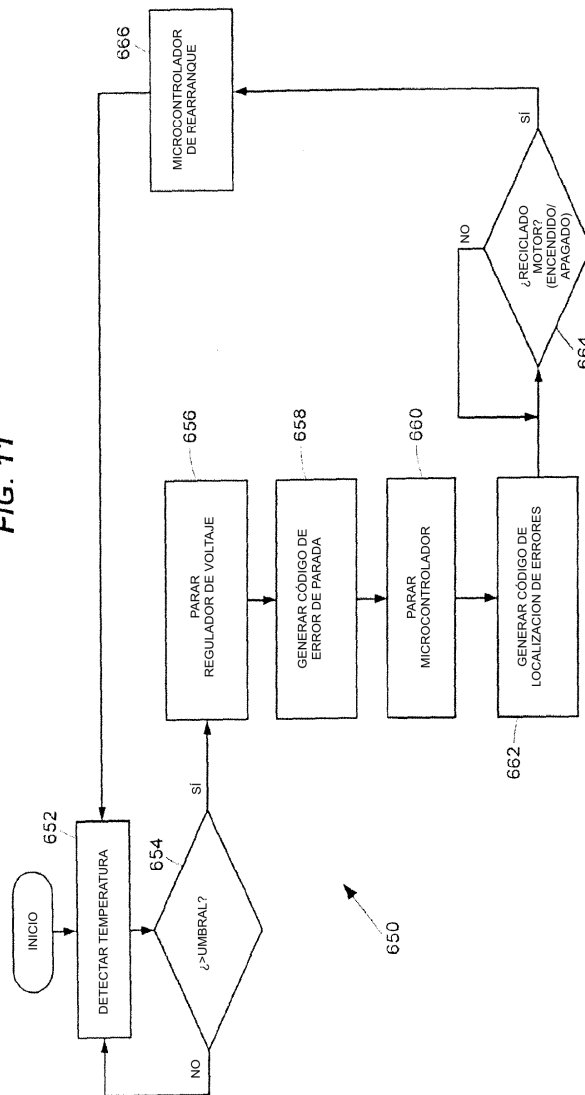


FIG. 12A

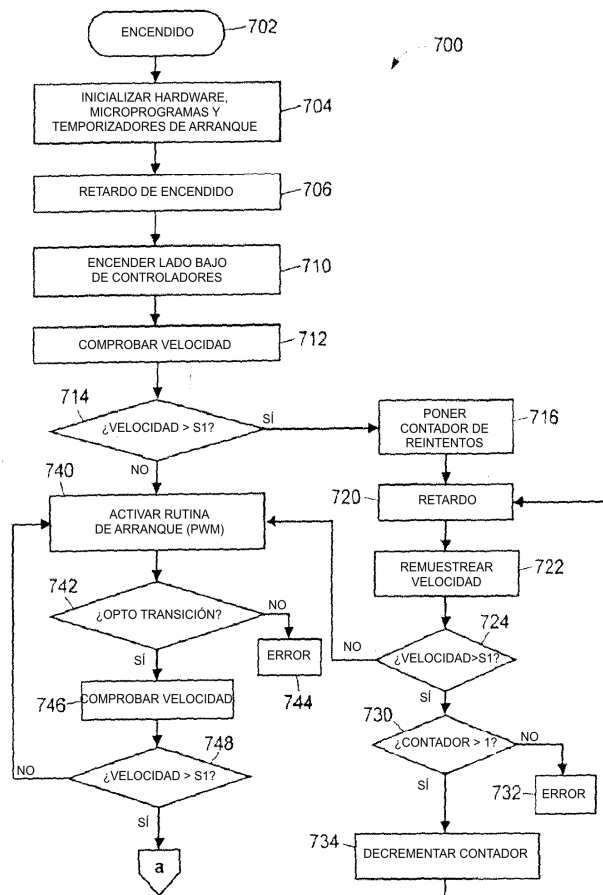
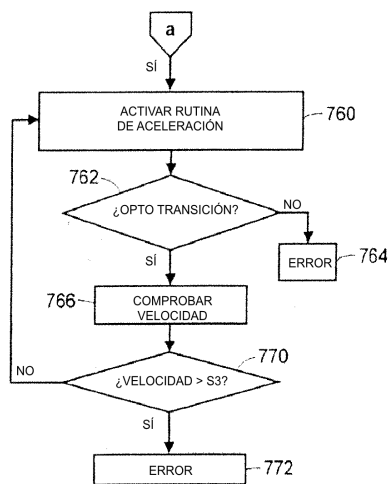


FIG. 12B



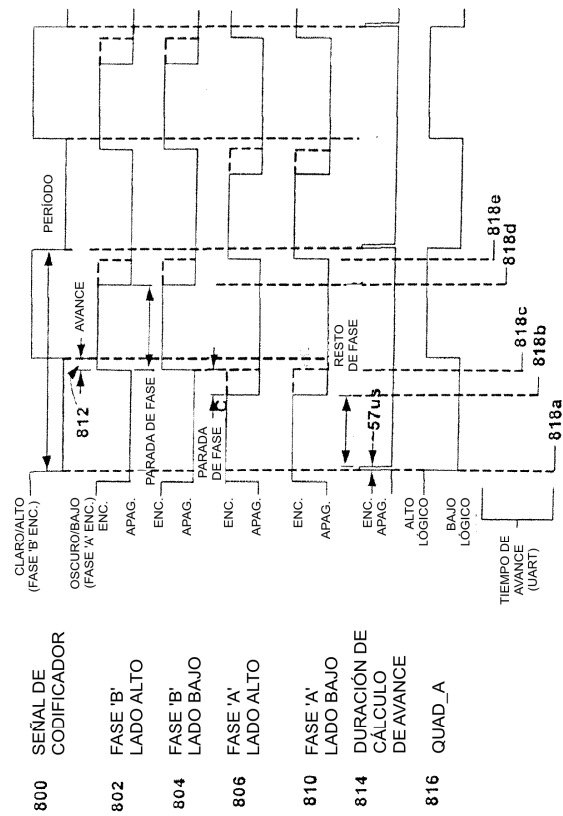


FIG. 13A

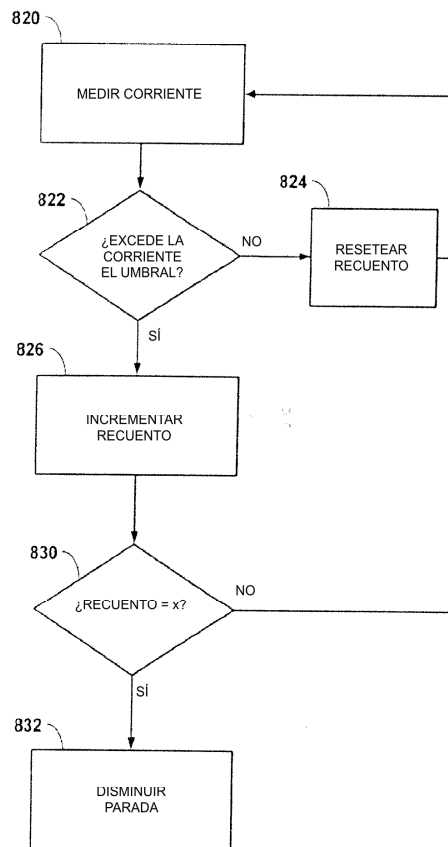


FIG. 13B

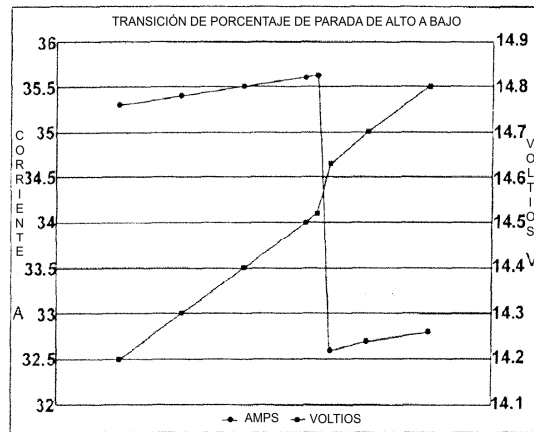


FIG. 13C

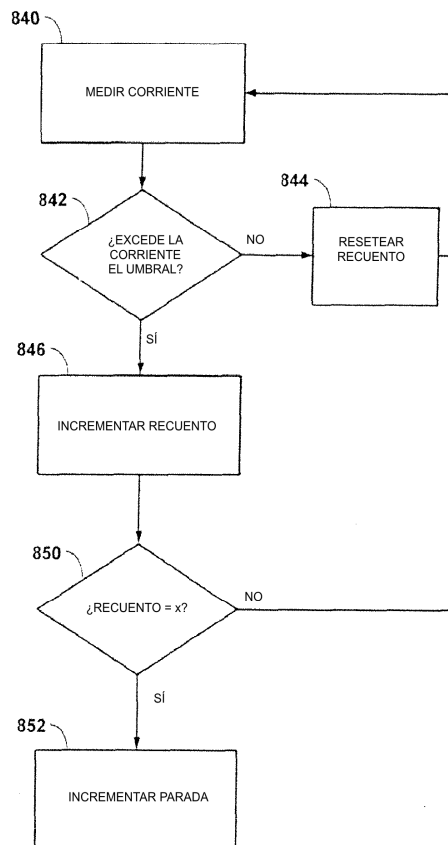


FIG. 13D

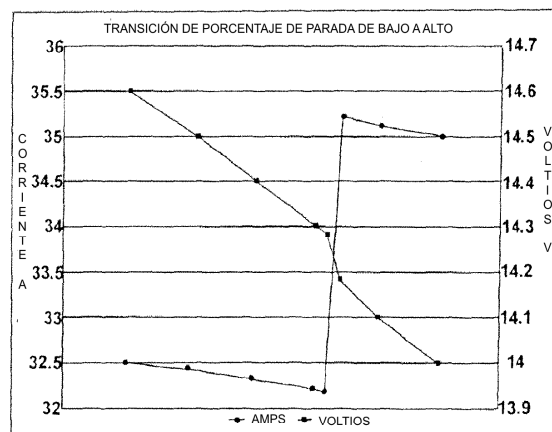


FIG. 13E

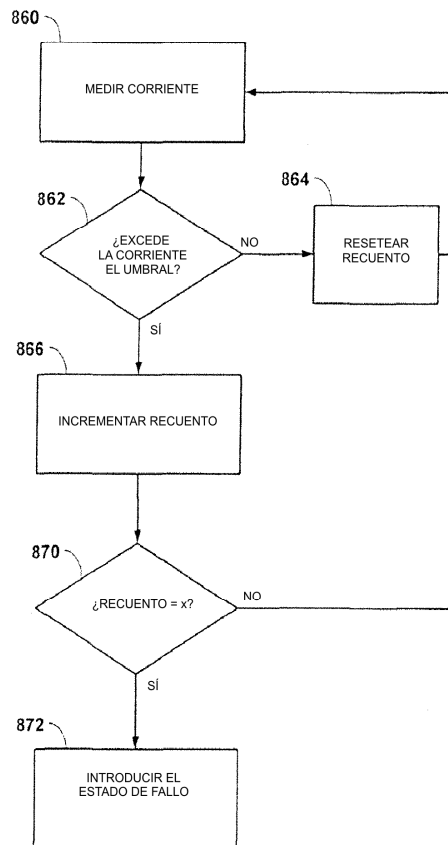


FIG. 13F

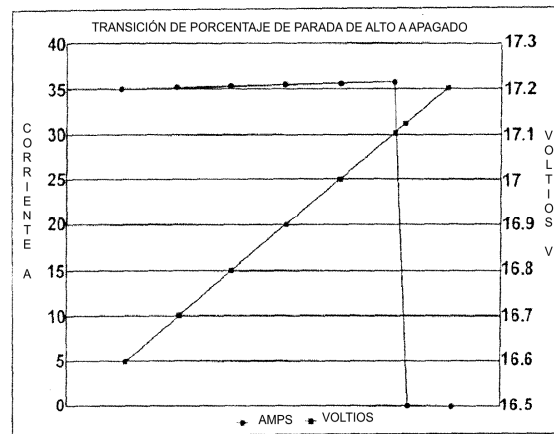


FIG. 13G

FIG. 14

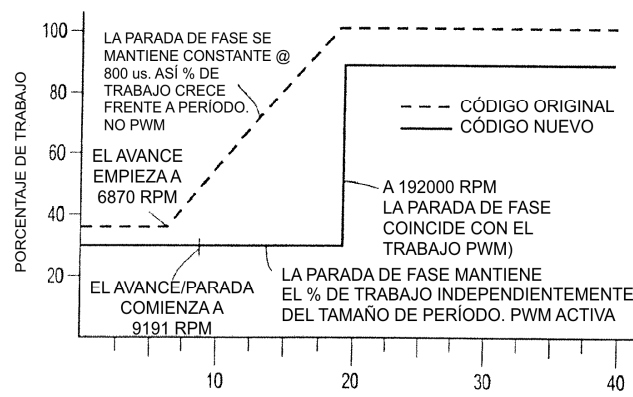
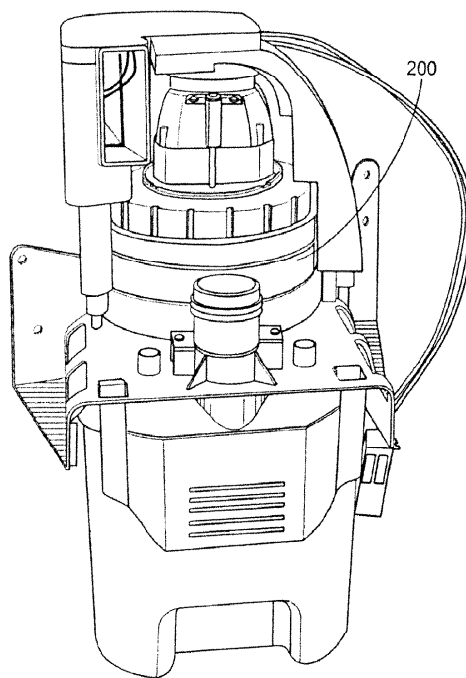


FIG. 15



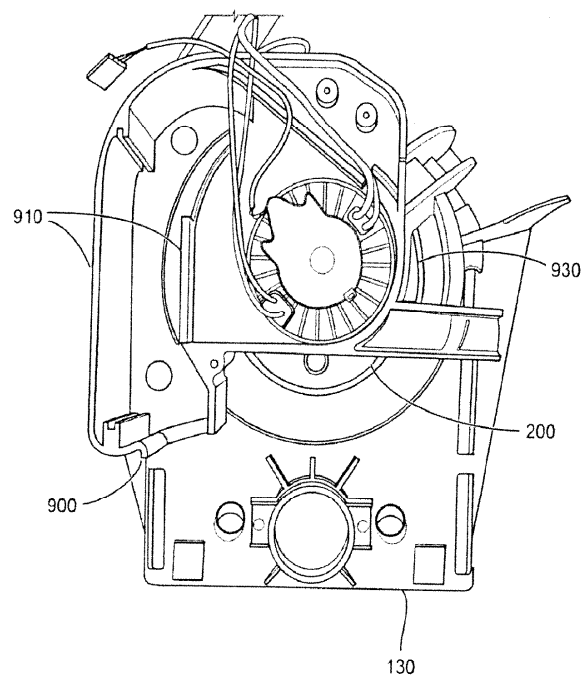
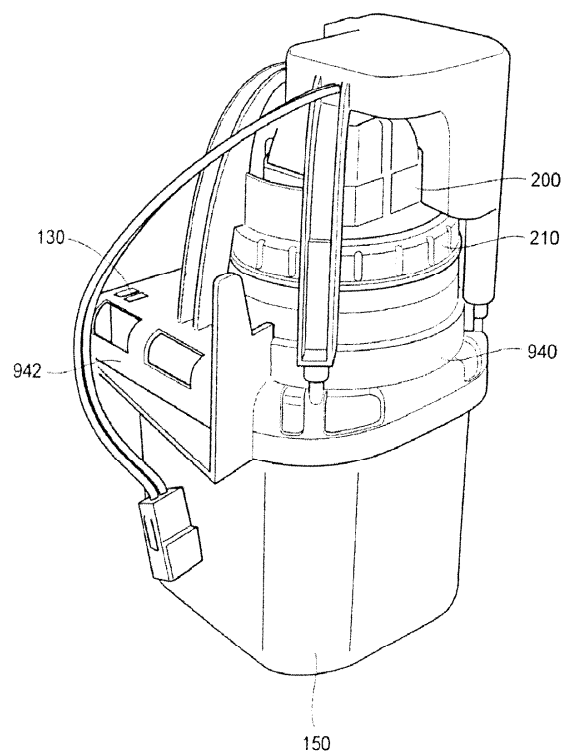


FIG. 16

FIG. 17



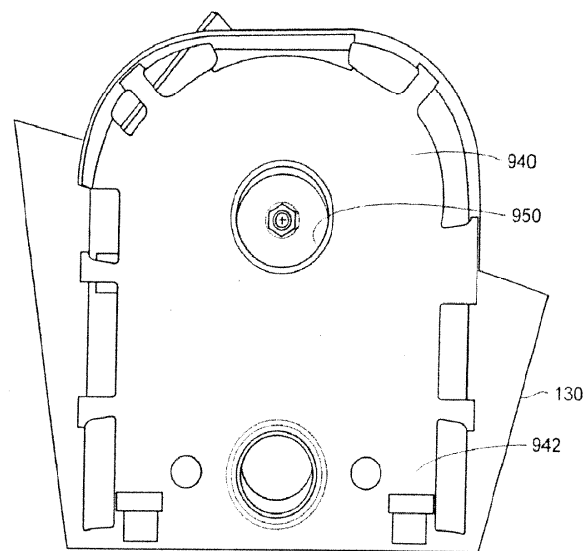


FIG. 18

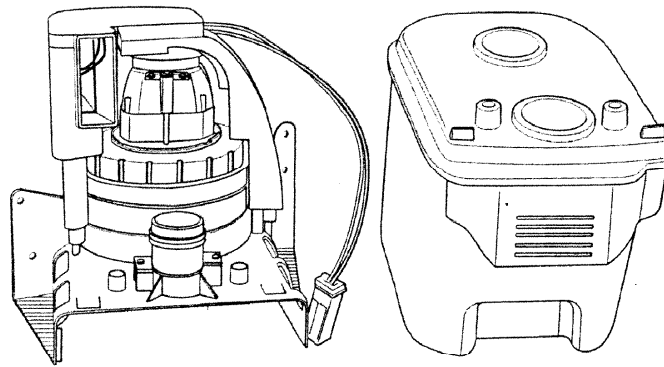


FIG. 19

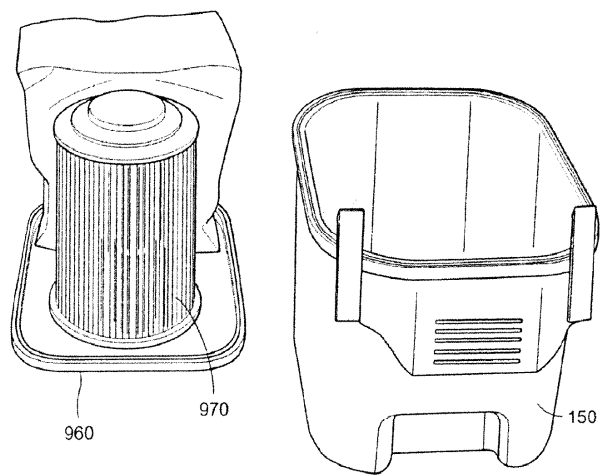
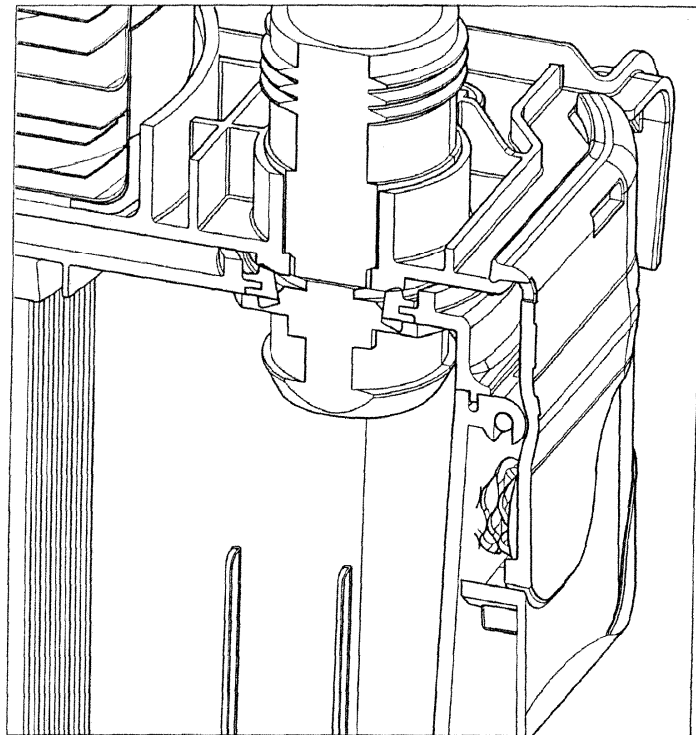


FIG. 20

FIG. 21



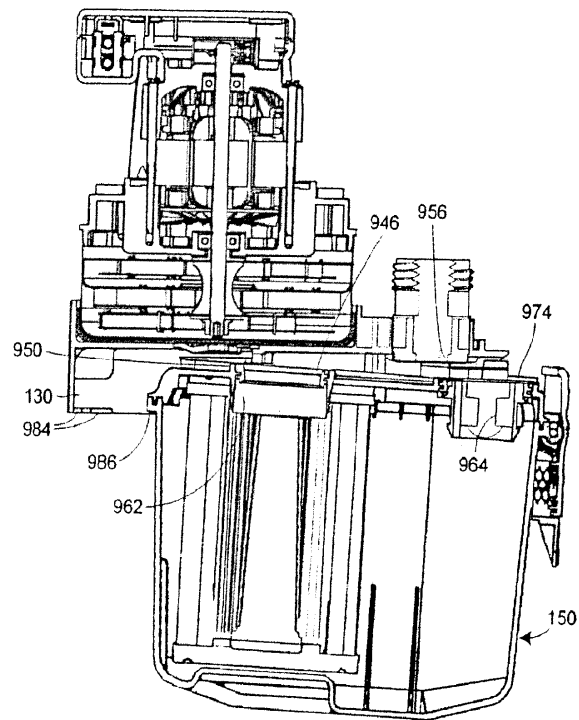


FIG. 22

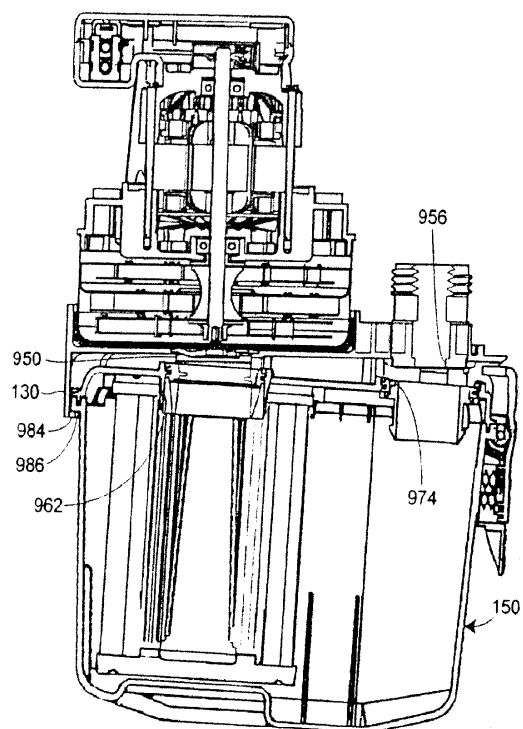


FIG. 23

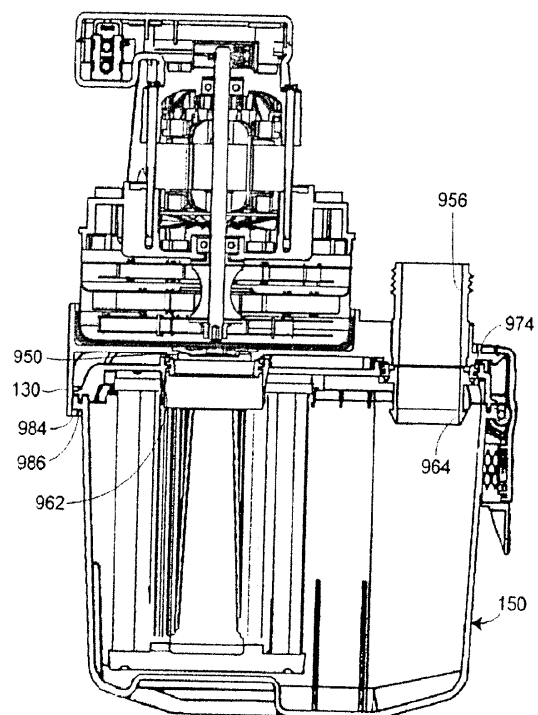


FIG. 24