

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 646**

51 Int. Cl.:  
**H02P 6/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04742647 .3**

96 Fecha de presentación: **06.05.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1627462**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.02.2006**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE MANDO DE UNA MÁQUINA ELÉCTRICA ROTATIVA POLIFÁSICA Y REVERSIBLE PARA VEHÍCULO AUTOMÓVIL DE MOTOR TÉRMICO.**

30 Prioridad:  
**07.05.2003 FR 0305592**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**05.01.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**05.01.2012**

73 Titular/es:  
**VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR  
2 RUE ANDRÉ BOULLE  
94017 CRÉTEIL, FR**

72 Inventor/es:  
**TASPINAR, Ertugrul;  
DUBUS, Jean-Marc y  
DOFFIN, Hugues**

74 Agente: **Pérez Barquín, Eliana**

**ES 2 371 646 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento de mando de una máquina eléctrica rotativa polifásica y reversible para vehículo automóvil de motor térmico

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a una máquina eléctrica rotativa reversible tal como un alternador - motor de arranque de vehículo, en particular automóvil.

10 Una máquina de este tipo se describe, por ejemplo, en los documentos EP-A-0260176 (US-A-4803376), FR-A-2745444 y FR-A-2745445 (US-A-6002219) que se podrán consultar para más detalles.

15 Esta máquina de tipo polifásica y reversible funciona, por lo tanto, como alternador, es decir, como generador eléctrico, para cargar en particular la batería del vehículo, y como motor de arranque, es decir, como motor eléctrico, para arrastrar en particular el motor de combustión interna, también denominado motor térmico, del vehículo automóvil para su arranque.

20 Para ello, el puente rectificador a la salida del inducido del alternador también sirve de puente de mando de las fases del estator del alternador.

**Estado de la técnica**

25 De manera habitual esta máquina rotativa se asocia, en un modo de realización, al volante motor del vehículo automóvil, estando por ejemplo integrado en este, y gira, por lo tanto, a la misma velocidad de giro que el cigüeñal del motor térmico del vehículo automóvil, arrastrando en rotación al volante motor eventualmente en dos partes para la formación de un volante de inercia provisto de elementos elásticos que intervienen entre las dos partes o de un volante flexible. En ambos casos al rotor de la máquina lo lleva una de estas partes.

30 De forma alternativa, a la máquina reversible la arrastra en rotación el cigüeñal por medio de un dispositivo de transmisión de movimiento, tal como un sistema de poleas y correas. En este caso la máquina gira a una velocidad superior a la del cigüeñal.

35 En todos los casos la máquina eléctrica rotativa comprende:

- un rotor bobinado, esto es, provisto de al menos un bobinado de excitación, que constituye, cuando la máquina funciona como alternador, el inductor asociado de manera habitual a dos anillos colectores y dos escobillas por las cuales se lleva la corriente de excitación;

40 - un estator polifásico que lleva varias bobinas o devanados a razón de al menos un devanado por fase, que constituye, cuando la máquina funciona como alternador, el inducido y que están conectadas en estrella o en triángulo en el caso más frecuente de una estructura trifásica y que transmiten hacia el puente rectificador, funcionando como alternador, la potencia eléctrica convertida.

45 El puente se conecta a las diferentes fases del rotor y se monta entre la masa y un terminal de alimentación de la batería. Este puente presenta, por ejemplo, varios brazos con unos diodos asociados a unos transistores de tipo MOSFET o, de forma más general, a unos interruptores.

50 El funcionamiento en modo motor eléctrico de una máquina de este tipo se realiza imponiendo, por ejemplo, una corriente continua en el inductor y transmitiendo de manera síncrona en las fases del estator unas señales desfasadas 120°, idealmente sinusoidales, pero que pueden ser eventualmente trapezoidales o cuadradas.

55 Este puente rectificador y de mando se controla mediante un módulo electrónico de mando y de control. El puente y el módulo de mando pertenecen a una unidad, denominada unidad de mando y de control, implantada de forma más habitual en el exterior de la máquina. El puente, asociado a los devanados de las fases del estator, pertenece a una etapa de potencia y el módulo a una etapa de menor potencia.

Esta unidad se asocia a la máquina y su módulo electrónico incluye un ordenador, como un microcontrolador.

60 Se prevén, por otra parte, unos medios para el seguimiento de la posición angular del rotor para, en modo motor eléctrico, inyectar en el momento adecuado corriente eléctrica en la fase apropiada y, por lo tanto, en el bobinado o devanado correspondiente del estator.

65 Estos medios, de forma ventajosa de tipo magnético, de forma alternativa de tipo óptico, envían datos al módulo electrónico de mando y de control y se describen, por ejemplo, en el documento WO 01/69762 (US-A-2002/0158523) registrado el 9 de marzo de 2001.

Estos medios incluyen, por lo tanto, un blanco fijo en rotación sobre el rotor o la polea de la máquina y de al menos un sensor del tipo de efecto Hall o magnetorresistivo que detecta el paso del blanco de forma ventajosa de tipo magnético.

5 De preferencia, se prevén al menos tres sensores, llevándolos el cojinete delantero o trasero que incluye la máquina eléctrica rotativa para soportar de manera fija al estator y, girando, al rotor.

10 En el documento EP-A-0715979 se ha previsto que la máquina trabaje como motor auxiliar para, cuando el vehículo está parado, poner en marcha el dispositivo de climatización del vehículo automóvil y arrastrar al compresor de este dispositivo.

15 En el documento WO 01/45250 también se ha previsto que la máquina trabaje como motor auxiliar en particular en cuando el motor térmico del vehículo se para en un semáforo en rojo.

20 En todos los casos, se ha previsto una unidad de mando y de control que incluye un conmutador que permite, por una parte, conectar el rotor bobinado de la máquina a un dispositivo regulador de tensión que controla la intensidad que circula por el inductor cuando la máquina funciona como generador eléctrico (modo alternador) y, por otra parte, conectar el estator de la máquina a un dispositivo de mando, como un ondulator, que gobierna de manera secuencial las fases del inducido con la intervención de los sensores de la posición angular del rotor cuando la máquina funciona como motor eléctrico en particular en modo de arranque.

25 En el documento US-A-5182500, se describe un procedimiento concebido para proporcionar un mando de motor equilibrado con unas amplitudes de señales de fase respectivas que se vuelven idénticas. Se describe un bucle de contra-reacción que se prevé para modificar las amplitudes de las señales. El funcionamiento de este bucle de regulación reside en las igualdades  $Hc \times Ha - Hb^2 = constante$  o  $Hc \times Ha + Hb^2 = constante$ , y se utilizan unos coeficientes que toman unos valores constantes +1 o -1.

30 En el documento WO 02/060711 (US-A-2003/0038482) se describe un procedimiento de mando de la máquina, en el que, en el funcionamiento como motor eléctrico dicha máquina funciona de acuerdo con dos modos correspondientes a unas curvas de características velocidad/par diferentes, es decir, un primer modo, denominado modo motor de arranque, que permite arrastrar al motor térmico del vehículo para arrancarlo con unos pares elevados para unas velocidades bajas, mientras que el segundo modo, denominado modo motor auxiliar, permite arrastrar solo a la máquina o al menos a un consumidor de potencia, como el compresor de un dispositivo de climatización o una bomba de asistencia para dirección hidráulica asistida, y/o al motor térmico con unas velocidades más altas y unos pares más bajos que los del modo arranque de motor, estando provista dicha máquina eléctrica de un estator que presenta unas fases, de un rotor y de unos medios para el seguimiento del giro del rotor; incluyendo dichos medios unos sensores adaptados para enviar unas señales al módulo electrónico ya citado de la unidad de mando y de control de las fases del estator. Los datos en forma de señales que envían los sensores al módulo electrónico de dicha unidad se utilizan, por una parte, en una primera orden, denominada orden directa, mientras la máquina eléctrica funciona en modo motor de arranque y, por otra parte, en una orden modificada con respecto a la orden directa cuando la máquina eléctrica funciona en modo motor auxiliar.

45 En modo motor auxiliar, con respecto a dicha orden directa, se realiza al menos una permutación y una inversión de las señales enviadas por los sensores a dicha unidad.

50 El modo motor auxiliar se activa cuando en modo motor de arranque la velocidad de giro de la máquina eléctrica alcanza un umbral, denominado velocidad de activación, antes de que la potencia de dicha máquina se anule tal y como se observa en n en la figura 1.

La permutación y la inversión de las señales que envían los sensores a dicha unidad se realizan de tal forma que se cree una diferencia de fase de al menos un paso eléctrico de  $-60^\circ$  con respecto a dicha orden directa.

55 La inversión y la permutación de las señales que envían los sensores a dicha unidad se realizan por medio de elementos discretos, como unas puertas lógicas del tipo ET asociadas a cada sensor tal y como se puede ver en la figura 2, en la que C'1, C'2 y C'3 son las señales activas transmitidas por los nuevos sensores tras la inversión y la permutación de las señales para la velocidad n.

60 Gracias a estas disposiciones la máquina eléctrica rotativa y reversible se utiliza como motor eléctrico auxiliar en un intervalo de velocidad superior a la necesaria para poner en marcha el motor térmico. De este modo se puede parar el motor térmico del vehículo automóvil en un semáforo en rojo y que la máquina eléctrica arrastre al menos un accesorio o una carga eléctrica, como el compresor del dispositivo de climatización. A continuación se puede volver a arrancar el motor térmico. De forma alternativa el accesorio es una bomba de asistencia para dirección asistida hidráulica de tal forma que se pueden girar las ruedas cuando el motor térmico se para en un semáforo en rojo.  
65 Obviamente se pueden, en modo motor auxiliar, arrastrar varias cargas eléctricas o de forma alternativa arrastrar solo a la máquina antes de pasar a modo alternador.

**Objeto de la invención**

5 En este documento WO 02/060711 las señales transmitidas por los sensores son del tipo todo o nada de tal forma que se aumenta el par transmitido por la máquina que funciona en modo motor eléctrico a una velocidad determinada.

10 Con este tipo de señal resulta difícil ajustar las señales de los sensores para tener, cuando la máquina funciona como motor eléctrico (modo motor de arranque y modo auxiliar), un par óptimo en función de la velocidad de giro de la máquina ya que no se conoce de manera precisa la posición instantánea del rotor de la máquina.

De una manera general, es deseable aumentar el par transmitido por la máquina que funciona en modo motor eléctrico.

15 La presente invención tiene como objetivo paliar este inconveniente y responder a esta pretensión de manera sencilla y económica.

Este objetivo se consigue mediante un procedimiento de mando de una máquina eléctrica rotativa polifásica y reversible de acuerdo con la reivindicación 1.

20 De forma ventajosa, para cada señal desfasada la suma de los coeficientes es nula.

Por medio de la invención se consigue la precisión necesaria en el entorno perturbado de la máquina eléctrica aumentando al mismo tiempo el par que transmite la máquina y/o el rendimiento de esta cuando la máquina funciona en modo motor eléctrico.

De este modo es posible aumentar los rendimientos de la máquina para que el vehículo arranque mejor en la puesta en marcha o para evitar que el motor del vehículo se cale, interviniendo entonces la máquina para desempeñar una función de "boost" y esto para unas velocidades de rotación más bajas del motor térmico del vehículo automóvil.

30 De una manera general, con respecto a la técnica anterior, cuando la máquina funciona en modo motor eléctrico:

- se limita la corriente en el ondulator al mismo tiempo que se tienen unos desajustes menores de las señales de los sensores;

35 - se aumenta el par de la máquina para unas velocidades de giro de esta inferiores a las de la técnica anterior;

- se pueden realizar unos desajustes variables de forma continua en todo el intervalo de velocidades de giro de la máquina para obtener un par óptimo transmitido por la máquina en modo motor eléctrico en todo este intervalo.

40 De forma ventajosa los medios de seguimiento del giro del rotor son de tipo magnético.

Los sensores son, en un modo de realización, unos sensores de efecto Hall de tipo lineal o unos sensores lineales de tipo magnetorresistivo.

45 **Breve descripción de los dibujos**

Se extraerán aun otras características y ventajas de la invención de la descripción que se hace a continuación, que es puramente ilustrativa y no restrictiva, y se debe leer en relación a los dibujos anexos en los que:

50 - la figura 1 muestra, de acuerdo con el documento WO 02/060711, las curvas características (par y potencia en función de una velocidad de giro, de forma más precisa el número de revoluciones por minuto) -esto es, la del rotor de la máquina- proporcional a la del motor térmico del vehículo;

55 - la figura 2 ilustra un circuito de alimentación de conformidad con un modo de aplicación posible de acuerdo con el documento WO 02/060711;

60 - la figura 3 es una vista en sección axial, sin corte axial del rotor del blanco y del porta-blancos, de un alternador - motor de arranque de acuerdo con el documento WO 02/060711;

- la figura 4 representa la curva característica (tensión, tiempo) tras la lectura del blanco magnético, de una señal del sensor de tipo lineal que se utiliza para realizar la invención;

65 - la figura 5 es un esquema ilustrativo de la invención;

- la figura 6 es un esquema de un primer modo de realización de acuerdo con la invención con una diferencia de

fase de las señales variable de forma continua en función de la velocidad de giro de la máquina;

- la figura 7 es una vista parcial similar a la figura 6 para un segundo modo de realización;

5 - la figura 8 es una vista esquemática de la máquina eléctrica rotativa de acuerdo con la invención.

**Descripción de ejemplos de realización de la invención**

10 En las figuras la máquina eléctrica rotativa reversible de tipo polifásico es un alternador - motor de arranque del tipo que se ha indicado con anterioridad y se describe, por ejemplo, en el documento WO 01/69762 (US-A-2002/0158523) ya citado.

15 Esta máquina tiene aquí la estructura de un alternador clásico, por ejemplo del tipo del que se describe en el documento EP-A-0515259 (US-A-5270605) que se puede consultar para más detalles.

Esta máquina (figura 3) es, por lo tanto, de ventilación interna (enfriamiento por aire), su rotor de garras 4 llevando al menos en uno de sus extremos axiales un ventilador 43, 44 de palas 45. De forma alternativa la máquina se enfría por agua.

20 En esta figura 3 el rotor 4 de garras incluye unas ruedas polares 41, 42 que llevan en su periferia externa unos dientes 143 con orientación axial y con una forma general trapezoidal. Los dientes 143 de una rueda polar se dirigen hacia los dientes de la otra rueda polar. Estos dientes se reparten de manera trabada de una rueda polar a otra.

25 Obviamente, tal y como se describe, por ejemplo, en el documento FR-A-2793085 (US-A-6486585), se pueden intercalar unos imanes permanentes entre los dientes de las ruedas polares para aumentar el campo magnético. Estos dientes proceden de la periferia externa de una placa transversal que incluye cada rueda polar 41, 42.

30 El rotor 4 lleva en su parte central un bobinado de excitación entre las placas de sus ruedas polares. Este bobinado se puede observar, por ejemplo, en la figura 3 del documento WO 01/69762 y lo llevan unos núcleos que proceden de las placas de las ruedas 41, 42 o un núcleo que forma un travesaño entre dichas placas.

35 El bobinado de excitación incluye un elemento eléctricamente conductor que se enrolla formando unas espiras. Este bobinado de excitación, cuando se activa, magnetiza el rotor 4 para crear por medio de los dientes 143 unos pares de polos magnéticos Norte-Sur. Los extremos del bobinado del rotor están conectados cada uno a un anillo colector 6, 7 sobre cada uno de los cuales roza una escobilla (no referenciada). Las escobillas llevan un porta-escobillas 16 solidario con el cojinete trasero 14 de la máquina que lleva en su parte central un rodamiento de bolas (no referenciado) que soporta en el giro el extremo trasero del árbol 3 que conduce al rotor 4 a solidarizarse, aquí gracias a un moleteado.

40 Al extremo delantero del árbol 3 lo soporta en el giro un rodamiento de bolas 11 llevado por el cojinete delantero 13 de la máquina. El extremo delantero del árbol lleva en el exterior de la máquina un elemento de transmisión de movimiento en forma de una polea 1 que pertenece a un dispositivo de transmisión de movimiento que incluye al menos una correa engranada con la polea. El dispositivo de transmisión de movimiento establece una unión entre la polea y un elemento, como otra polea, arrastrado en el giro por el motor de combustión interna del vehículo. El árbol 3 está roscado en su extremo delantero para la fijación de la polea 1 hueca en su interior por medio de una tuerca 2, tal y como se observa en esta figura 1. El eje de simetría axial X-X define el eje de rotación de la máquina eléctrica rotativa aquí de tipo trifásico.

50 Cuando la máquina (aquí un alternador - motor de arranque) funciona en modo alternador, es decir, como generador eléctrico, el motor de combustión interna del vehículo arrastra en el giro a la polea a través de al menos la correa ya citada. Cuando la máquina funciona en modo motor de arranque, es decir, como motor eléctrico, la polea arrastra en el giro al motor del vehículo a través de la correa.

55 De forma alternativa, el dispositivo de transmisión de movimiento incluye al menos una cadena, o al menos un engranaje, o al menos un piñón de tal forma que la polea 1 se puede sustituir por una rueda dentada, un engranaje, un piñón o cualquier otro elemento que constituya el elemento de transmisión de movimiento.

60 Los cojinetes delanteros y traseros 13, 14, de manera habitual, están agujereados para la ventilación interna de la máquina, están conectados entre sí, por ejemplo por medio de tirantes tal y como se puede ver en la figura 1, y pertenecen al soporte S de la máquina destinado a fijarse sobre una parte fija del vehículo.

Los cojinetes presentan de este modo unas entradas y unas salidas de aire.

65 De forma alternativa, los soportes están de manera habitual en contacto estanco el uno con el otro y están huecos en el interior de su periferia externa de orientación axial para la formación de un canal de circulación de un fluido de refrigeración, como el fluido de refrigeración del motor térmico del vehículo, de tal forma que la máquina se enfríe;

este tipo de refrigeración denominándose de forma clásica refrigeración por agua.

5 El soporte S, gracias a los cojinetes 13, 14, lleva interiormente de manera fija en su periferia externa al estator 8 de la máquina que incluye un cuerpo, formado de manera habitual por un grupo de chapas, que lleva unas bobinas o de forma más general unos devanados cuyas salidas están unidas al puente rectificador y de mando ya citado.

10 Las bobinas o devanados del estator están formados por unos hilos eléctricamente conductores, por ejemplo conformados para presentar unos devanados en estrella y en triángulo tal y como se describe, por ejemplo, en el documento FR-A-2737063, o unos devanados de barras eléctricamente conductores tal y como se describe, por ejemplo, en los documentos WO 92/06527 y WO 02/50976 registrados el 21/12/2001; las barras pueden ser de sección rectangular. Los hilos o las barras atraviesan en aislamiento eléctrico el cuerpo del estator 8 y se unen entre sí para formar unas redes que se extienden a uno y otro lado del cuerpo del estator 8 formando un primer y un segundo moños.

15 De forma más precisa, de manera conocida, la máquina incluye varias fases que comprenden, cada una, una entrada y una salida, y los hilos o las barras están unidos entre sí para formar dichas redes y conectar la entrada de la fase a la salida de la fase, formando al menos un devanado por fase. La máquina puede ser, por lo tanto, de tipo trifásico o hexafásico, tal y como en las figuras 2 a 6 de dicho documento WO 02/50976 (US-A-2003/0011268) de las muescas formadas en cada chapa del cuerpo del estator. De forma alternativa, los hilos o las barras atraviesan por su parte central en aislamiento térmico el cuerpo del estator estando fijados al cuerpo del estator mediante resina, tal y como se describe, por ejemplo, en el documento US-A-5097167.

25 El estator 8, que constituye en modo alternador el inducido de la máquina, rodea el rotor 4, constituyendo en modo alternador el inductor de la máquina. Las escobillas, a través del porta-escobillas 16, están unidas a un dispositivo regulador de tensión del alternador para mantener la tensión del alternador a una tensión deseada, aquí del orden de 14 V, para una batería de 12 V.

30 El puente rectificador y de mando, el módulo electrónico de mando y de control del puente rectificador con brazo pertenecen a una unidad de mando y de control y están aquí montados dentro de una caja electrónica instalada en el exterior de la máquina. Lo mismo sucede en una forma de realización del dispositivo regulador de tensión.

35 De forma alternativa la caja se monta sobre la máquina, por ejemplo, en la parte de atrás, tal y como se describe, por ejemplo, en el documento FR 0116088 registrado el 12/12/2001 y publicado con el número FR-A-2835978, o en la periferia externa de esta.

El dispositivo regulador de tensión se monta, de forma alternativa, en el exterior de la caja estando conectado eléctricamente a esta. Todas las combinaciones son posibles.

40 Esta caja lleva unos medios de conmutación que incluyen aquí unos interruptores de potencia, de una unidad electrónica de mando y de control, y de un circuito de sobreexcitación.

El módulo electrónico incluye un ordenador, como un microcontrolador, que recibe datos de los sensores 52 que se describen a continuación.

45 La máquina que forma un alternador - motor de arranque presenta aquí unos bobinados o devanados de estator y un puente rectificador montados en paralelo con una batería B de un vehículo y un bobinado de excitación que el rotor lleva a solidarizarse y que se alimenta por medio de un circuito de sobreexcitación.

50 Este circuito de sobreexcitación está activo en modo arranque (alternador - motor de arranque funcionando como motor eléctrico) para hacer que el par de arranque del alternador - motor de arranque sea máximo y arrancar con más facilidad el motor de combustión interna, también denominado motor térmico, del vehículo automóvil, bien en un arranque en frío, bien en un nuevo arranque tras, por ejemplo, una parada en un semáforo en rojo; habiéndose apagado el motor para reducir el consumo de carburante y realizar de este modo una función denominada « Stop and GO».

55 Este circuito de sobreexcitación recibe en la entrada la tensión de la red eléctrica transmitida por la batería y/o el alternador y transmite a los terminales del bobinado de excitación una tensión superior a esta tensión de red eléctrica.

60 El montaje incluye, por otra parte, como ya se ha mencionado con anterioridad, unos medios de conmutación (interruptor de potencia, por ejemplo) gobernados por el módulo electrónico de mando y de control.

Este módulo de mando y de control está asociado al dispositivo regulador de tensión del alternador y gobierna, por ejemplo, el conmutador mediante una señal con modulación de anchura de impulsos.

65 Asimismo, la unidad de mando y de control, a la que pertenece el módulo, puede incluir unos medios que permiten,

en el caso de que el alternador - motor de arranque se descargara en la red eléctrica estando desconectado de la batería (caso de « load dump » según la terminología anglosajona que se utiliza de forma generalizada por el experto en la materia), gobernar de forma inmediata la apertura del conmutador de potencia con el fin de realizar una desmagnetización rápida del alternador, en particular de su rotor.

5 El circuito de sobreexcitación también actúa cuando la máquina funciona en modo alternador.

De forma alternativa, se puede conformar el bobinado de excitación del rotor 4 por medio de una herramienta de moldeado para darle a este, en su periferia externa, una forma puntiaguda o una forma de tonel con el fin de que el bobinado quede lo más cerca posible de los dientes axiales del rotor de garras tal y como se describe, por ejemplo, en el documento WO 01/93406, registrado el 29 de mayo de 2001. Esto resulta favorable para la sobreexcitación.

Obviamente el alternador - motor de arranque puede implantarse al nivel del embrague del vehículo automóvil tal y como se describe, por ejemplo, en el documento FR-A-2782356, registrado el 28 de julio de 1999.

15 De este modo, el rotor del alternador - motor de arranque puede implantarse entre el motor de combustión interna del vehículo automóvil y el plato de reacción del embrague de fricción.

De forma alternativa el rotor se puede instalar por debajo del embrague de fricción.

20 En ambos casos al rotor lo arrastra en el giro el volante motor del vehículo automóvil, que gira unido al cigüeñal del motor térmico del vehículo automóvil.

El volante motor puede llevar al rotor, que arrastra en el giro del embrague de fricción al plato de reacción que constituye entonces el extremo trasero del volante motor.

Como ya se ha mencionado con anterioridad, este volante puede estar en dos partes de tal forma que al rotor lo lleva en este caso la parte primaria, girando solidaria con el cigüeñal, o la parte secundaria solidaria con el plato de reacción del embrague destinado a cooperar con una cara de fricción del disco de fricción del embrague. Entre estas dos partes intervienen unos elementos elásticos, así como eventualmente un limitador de par, para una buena filtración de las vibraciones y la formación de un doble volante amortiguador. De forma alternativa estas dos partes son solidarias, una de ellas pudiendo ser flexible axialmente para la formación de un volante flexible.

El alternador - motor de arranque puede no tener escobillas. De forma alternativa el alternador - motor de arranque incluye un rotor de polos salientes con unos bobinados de excitación asociados a cada polo. De forma alternativa, tal y como se describe en el documento WO 02/054566, el rotor incluye una alternancia de bobinados de bobinados de excitación y de imanes permanentes integrados dentro del rotor, los bobinados de excitación estando enrollados alrededor de polos salientes, recortados en el grupo de chapas que incluye el rotor, mientras que los imanes permanentes se reciben dentro de unos alojamientos realizados en el grupo de chapas del rotor y cerrados en cada uno de sus extremos axiales mediante una pieza de soporte, provista de una parte magnética destinada a hacer tope contra los imanes.

Se prevén, por otra parte, unos medios para el seguimiento de la posición angular del rotor para, en modo motor eléctrico, inyectar corriente eléctrica en el momento adecuado y en la fase apropiada y, por lo tanto, dentro del bobinado correspondiente del estator.

Estos medios, de forma ventajosa de tipo magnético, envían datos al módulo electrónico de mando y de control, es decir, a la unidad de mando y de control, y se describen, por ejemplo, en el documento WO 01/69762, registrado el 9 de marzo de 2001.

De este modo, en la figura 3 un blanco 50 está fijado sobre un porta-blancos que gira fijo sobre el motor 4. Este porta-blancos está instalado axialmente entre el rotor 4 y el cojinete trasero 14 radialmente por debajo de las palas 45 del ventilador 44. Este porta-blancos forma un tirante entre el rotor 4 y el anillo interno del rodamiento de bolas del cojinete trasero 14 y rodea en parte el anillo externo de este rodamiento de bolas tal y como se observa en las figuras de dicho documento WO 01/69762. En el fondo transversal del cojinete trasero está fijado un porta-sensores 53 que lleva aquí varios sensores 52, que de acuerdo con una característica de la invención son de tipo lineal.

Los sensores están tienen una diferencia de fase entre sí de  $120^\circ$  eléctricos ( $2n/3$ ).

60 El blanco 50 tiene aquí una forma anular continua. Este blanco 50 es magnético y lleva de manera alterna unos polos Norte y Sur. La lectura de los sensores 52 con umbral es de tipo radial. Para ello, el porta-sensores 53, por ejemplo de materia plástica, presenta unas porciones 55 de orientación axial 55 que atraviesa aquí un agujero 54 de gran tamaño del cojinete 14. Cada porción 55 lleva un sensor 52 instalado radialmente por encima del blanco 50 de orientación axial llevado por la periferia externa del porta-blancos. El porta-sensores 53 presenta unas orejas 56 con unos agujeros de forma oblonga que atraviesados, cada uno, por un perno de fijación 57 en el fondo del cojinete 14. Las porciones 55 se implantan radialmente por debajo de las palas 45. El porta-sensores 53 tiene de este modo una

posición regulable circunferencialmente con respecto al cojinete 14. Una cubierta de protección 17 agujereada corona la parte trasera de la máquina y, en particular, el porta-escobillas 16 y el porta-sensores 53. Esta cubierta 17 está fijada sobre la brida trasera 14 que forma con el cojinete delantero 13 el soporte fijo S del estator 8 de la máquina de tipo síncrono.

5 De forma alternativa, la lectura es axial, los sensores estando instalados axialmente frente al blanco gracias al agujero 54. De forma alternativa el porta-blancos está instalado entre el fondo del cojinete delantero 13 y el rotor en lugar del travesaño 70 apoyando sobre el anillo interno del rodamiento de bolas 11. El porta-sensores 53 se fija entonces de manera regulable angularmente sobre el cojinete delantero 13.

10 De forma alternativa el blanco se fija sobre la polea 1 frente al porta-sensores llevado de manera angularmente regulable por el cojinete delantero 13 tal y como se describe en el documento FR 2807231; la lectura siendo de tipo axial o radial.

15 De forma alternativa el porta-blancos es de una sola pieza con el ventilador correspondiente, solidario con el rotor tal y como en la figura 12 del documento WO 02/060711.

20 De forma alternativa los sensores se montan sobre una pieza portadora que lleva en su periferia externa el estator de la máquina y que permite definir un entrehierro preciso con el rotor. El volante motor conduce al rotor de la máquina así como al plato de reacción del embrague. Unos medios de cojinete, como al menos un rodamiento de bolas, intervienen entre el volante motor y la periferia interna de la pieza portadora que incluye una parte en forma de U que rodea de forma parcial al rotor que lleva el blanco magnético. Los sensores se implantan frente a este blanco de manera similar a lo que se describe en las figuras 23 a 25 del documento FR 2802592, registrado el 20/12/2000, el blanco magnético sustituyendo a la rueda selectora. La máquina es, por tanto, de tipo síncrono.

25 El blanco incluye forma ventajosa de un número de pares de polos magnéticos Norte-Sur idéntico al del rotor 4. El porta-blanco es de clase amagnética o de forma alternativa amagnética. El blanco puede incluir unas ferritas y/o de unas tierras raras. De forma alternativa el blanco se magnetiza a través de bobinados o incluye unos sectores inertes flujados por el campo magnético del rotor.

30 Los medios de seguimiento de la posición angular del rotor son, por lo tanto, de tipo magnético e incluyen unos sensores del tipo lineal de la manera ya citada. Los sensores son, en un modo de realización de los sensores de efecto Hall, de tipo lineal, de forma alternativa unos sensores magnetorresistivos.

35 En todos los casos los sensores 52 envían unos datos, aquí en forma de señales, al módulo electrónico de la unidad de mando y de control del puente. Aquí se prevén tres sensores a razón de un sensor por fase al ser la máquina de tipo trifásico, las señales de los sensores presentando, de manera habitual, unas diferencias de fase de un ángulo de 120° eléctricos para la alimentación secuencial de las fases del estator 8 que permiten crear un campo electromagnético giratorio.

40 Se observa en la figura 4 la señal sinusoidal transmitida por uno de los sensores de tipo lineal tras la lectura del blanco magnético.

45 En esta curva la ordenada V representa una tensión y la abscisa t un tiempo.

La señal es de forma general sinusoidal debido a la presencia del blanco magnético. Con este tipo de señal se puede conocer la posición instantánea del rotor 4 de la máquina.

50 Se observa en esta figura 4 la presencia de un desajuste de tensión (V offset). Este desajuste se debe a la presencia del rotor 4, de forma más precisa a la magnetización del rotor debida la presencia de al menos un bobinado de excitación que incluye el rotor, que influye sobre la señal transmitida por el sensor tras la lectura del blanco magnético.

También se producen ruidos y saturaciones de los sensores.

55 Todo esto afecta a la señal transmitida por el sensor de tal forma que esta no está centrada en el cero de la figura 4.

60 En la figura 5 se ha esquematizado esto mediante el bloque 200 que indica que cada señal de un sensor se aumenta en particular por el « offset » de la figura 4.

La invención se aprovecha de estos sensores de tipo lineal para aumentar el par transmitido por la máquina cuando esta funciona en modo motor eléctrico.

65 De este modo, de acuerdo con la invención, se realiza en una unidad 300 de tratamiento una suma de las señales transmitidas por los sensores asignando a estos un coeficiente para crear unas señales desfasadas en un número igual al número de sensores. Para cada señal desfasada la suma de los coeficientes es nula.

En el modo de realización que se ha descrito, la máquina eléctrica rotativa es de tipo trifásico de tal forma que se prevén tres sensores a razón de un sensor por fase.

5 La unidad 300 recibe de este modo las señales C1, C2 y C3 transmitidas por los tres sensores 52 y afectadas por los ruidos, los offsets y las saturaciones de los sensores. Las señales C1, C2 y C3 se transmiten, por lo tanto, mediante el bloque 200.

10 La figura 5 ilustra la invención, las señales de salida T1\_X, T2\_X y T3\_X correspondiendo a las señales de los nuevos sensores de la figura 2.

El aumento del par se puede observar en la figura 1. De forma más precisa, las curvas C y D de la técnica anterior están conectadas por la curva G que se obtiene por medio de la invención y el aumento de par se ha representado mediante una zona sombreada.

15 En la figura 8 se ha representado, como en los documentos FR-A-2745444 y FR-A-27445444 que se pueden consultar para más datos, un esquema de la máquina eléctrica rotativa de acuerdo con la invención que incluye la unidad de tratamiento 300.

20 De este modo se ven en 52 los sensores de tipo lineal y en 300 la unidad de tratamiento ya citada con sus señales de entrada C1 a C3 y sus señales de salida T1\_x a T3\_x conectadas eléctricamente al módulo electrónico de mando y de control 301 de la unidad de mando y de control 301.

25 En esta figura las referencias 1, 4, 8 designan respectivamente la polea 1 de la máquina, el rotor con su bobinado de excitación esquematizado y el estator esquematizado por sus devanados o bobinados, aquí en triángulo y a razón de un devanado por fase.

La referencia 201 designa el puente rectificador y de mando asociado a la máquina y unido a las salidas de las fases del estator de la máquina, es decir, a los devanados del estator.

30 Este puente pertenece a la unidad de mando y de control y constituye una fase de potencia de esta. A este puente 201 lo dirige el módulo electrónico de mando y de control 301 del puente que constituye una fase de menor potencia que la del puente. La unidad 301 incluye, por ejemplo, los drivers (pilotos) provistos de circuitos lógicos para dirigir el puente así como un ordenador, por ejemplo un microcontrolador.

35 Este puente 201 está montado entre la masa y el terminal positivo de la batería B del vehículo. Incluye aquí unos transistores 70 de tipo MOSFET que integran por construcción un diodo 60 entre su drenaje y su fuente.

40 En modo motor eléctrico los diodos funcionan como diodo de rueda libre, el puente siendo entonces un ondulator con unos brazos, y en modo generador eléctrico estos funcionan como puente rectificador, como en un alternador clásico. De manera habitual los transistores 70 desempeñan, por lo tanto, al mismo tiempo la función de interruptores y de diodo de rueda libre.

45 El módulo electrónico de mando y de control 301 del puente 201 transmite en modo motor eléctrico (modo ondulator) unas señales A, B, C en las rejillas de los transistores 70 conectados a la masa y unas señales A', B', C' en las rejillas de los transistores 70 conectados al terminal positivo de la batería B del vehículo. Para ello, el módulo 301 presenta unos drivers asociados a cada una de las señales T1\_X, T2\_X y T3\_X con el fin de generar las señales A y C'.

50 La referencia 90 representa el regulador de tensión y la referencia 110 la llave de contacto y su interruptor asociado. El módulo 301 gobierna también un transistor 100 de tipo MOSFET conectado al regulador 90 para cortocircuitar este en modo eléctrico.

55 Gracias a la invención se pueden realizar unos desajustes de sensor variables de forma continua en todo el intervalo de velocidades de tal manera que se tenga un par óptimo en este intervalo. Para ello basta con tener una consigna de fase que tenga en cuenta la amplitud de las señales de los sensores C1, C2, C3 (véase la figura 4), y compararla con las mismas señales de los sensores C1, C2, C3, de forma más precisa con el valor absoluto del componente alternativo de las señales de las señales C1, C2, C3 que no tienen en cuenta el desajuste debido a la presencia del rotor bobinado.

60 Un microcontrolador realiza esto en el modo de realización de la figura 6.

65 De este modo, en esta figura 6 la unidad de tratamiento incluye un microcontrolador 302 conectado mediante unas uniones eléctricas 303 a un convertidor numérico analógico 304 conectado a su vez a los comparadores 305 a 306 que transmiten las señales T1\_x, T2\_x y T3\_x asociadas a los drivers del módulo 301 que generan las señales A a C'. El convertidor 304 recibe las señales C1 a C3.

Un circuito analógico lineal (condensadores y resistencias) permite también realizar el desajuste de al menos un sensor, de preferencia de los sensores en función de la velocidad de rotación del rotor.

- 5 La figura 7 muestra en parte un circuito de este tipo. En esta figura las resistencias están representadas por unos rectángulos y los condensadores de manera convencional, siendo M la masa. Para más detalles, en particular en lo que se refiere a las uniones eléctricas en concreto con las entradas + y - del comparador, aquí el comparador 305, se remitirá a esta figura 7, sabiendo que el patrón se repite para los demás comparadores 306 y 307.
- 10 De forma ventajosa se realiza una combinación lineal de los sensores de tal forma que la suma de los coeficientes sea nula (por lo tanto, el ruido del modo común y el offset se eliminan).

Las señales C1, C2, C3 son aproximadamente sinusoidales y presentan como valor expresado en número imaginario:

15

$$c_1 = e^{j\omega}$$

$$c_2 = e^{j(\omega + 2\pi/3)}$$

20

$$c_3 = e^{j(\omega - 2\pi/3)}$$

Se calculan los coeficientes  $\lambda$  para añadir una diferencia de fase  $\theta$  de tal forma que

$$e^{j(\omega + \theta)} = \sum_{i=1}^3 \lambda_i c_i$$

25 con

$$\sum_{i=1}^3 \lambda_i = 0$$

- 30 La figura 5 menciona estos coeficientes y, por lo tanto, el valor E1 a E3 corresponde a unas diferencias de potencial entre las entradas positiva (sin inversión) y negativa (con inversión) de los comparadores 305 a 307.

De forma más precisa para simplificar el montaje para los coeficientes  $\lambda$  negativos se utilizan las entradas con inversión (-) de los comparadores para limitar el número de componentes. No se hace comparación con respecto a 0. Para los coeficientes  $\lambda$  positivos se utilizan las entradas sin inversión (+) de los comparadores.

35

De forma alternativa se realizan unas diferencias de fases de manera discreta.

- 40 De este modo, en un modo de realización se realiza una diferencia de fase de  $30^\circ$  de las señales de los sensores de manera simple para una velocidad de rotación determinada de la máquina inferior a la de la técnica anterior, tal y como se ilustra en la figura 1 (velocidades del orden de 800 revoluciones por minuto imposibles con unos sensores del tipo todo o nada).

45 Para los coeficientes  $\lambda$  negativos se utilizan de la manera ya citada las entradas con inversión (-) de los comparadores para limitar el número de componentes.

En este caso el valor de los coeficientes asociados a las señales E1, E2 y E3 son respectivamente 1 -1 0, 0 1 -1 y -1 0 1.

- 50 Dicho de otra forma, se comparan las señales de los sensores (las que proceden del bloque 200) de dos en dos en los comparadores 305 a 307. E1 es, por lo tanto, igual a C1 -C2, E2 a C2 -C3 y E3 a -C1 + C3.

Para evitar los problemas ligados en particular al offset, se puede hacer la suma de todas las señales, y a continuación dividirla por tres y comparar el resultado con las señales instantáneas.

- 55 De este modo, como en el documento WO 02/060711 ya citado, en una primera etapa se utilizan las señales con diferencia de fase de  $30^\circ$  de la manera ya citada y al final en una tercera etapa (diferencia de fase de  $60^\circ$ ) se realiza una permutación y una inversión de las señales tal y como en el documento WO 02/060711. Es por esta razón por la que en las figuras 5 y 8 se han representado en línea de puntos unas uniones entre las señales y el módulo 301, que de este modo se adapta para recibir seis datos. En la primera etapa las señales C1 a C3 se envían de forma directa
- 60

al módulo 301. En la segunda etapa el módulo 301 recibe los datos T1\_x a T3\_x.

Obviamente se pueden realizar otras operaciones de permutación y de inversión. Por ejemplo, en una cuarta etapa suplementaria se realiza una diferencia de fase de 90°.

5 Las velocidades de giro de la máquina para las que se realizan estas diferentes fases están determinadas en función de la máquina y se almacenan en el módulo 301.

10 Obviamente, en lo que se refiere al circuito de sobreexcitación y de desmagnetización rápida se pueden utilizar todas las opciones que se describen en el documento WO 02/060711.

15 De esta forma, en un modo de realización, cuando la máquina funciona en modo motor de arranque, en particular para poner en marcha el vehículo automóvil, la sobreexcitación (tensión y/o corriente transmitida por el circuito de sobreexcitación) es mayor que la sobreexcitación en modo alternador con el fin de maximizar el par (y, por lo tanto, la potencia) de arranque del alternador - motor de arranque. El aumento de la tasa de excitación se realiza, por ejemplo, mediante una sobretensión en los terminales del bobinado de excitación del rotor o mediante un elevador de tensión electrónico.

20 Con la invención se puede hacer un frenado regenerativo.

De este modo, de forma ventajosa dicha máquina eléctrica estando conectada a una red eléctrica del vehículo, en modo alternador, se activa el modo frenado del vehículo con recuperación de energía en unas fases de frenado del vehículo automóvil.

25 En las fases de frenado, se aumenta la tasa de excitación con el fin de conseguir en el motor un par superior. La energía recuperada se almacena dentro de un dispositivo de almacenamiento de energía.

El dispositivo de almacenamiento de energía es, por ejemplo, una ultracapacidad.

30 La energía que se almacena dentro del dispositivo de almacenamiento de energía se devuelve a la red eléctrica para un nuevo arranque del alternador - motor de arranque o para la alimentación de los consumidores conectados.

35 De forma alternativa la energía almacenada dentro del dispositivo de almacenamiento de energía se devuelve al alternador - motor de arranque que funciona en modo motor eléctrico o en modo stop.

En resumen, en el modo de realización de la figura 5 de acuerdo con la invención se obtiene la fórmula:

$$\begin{aligned} E1 &= \lambda_{11} \cdot C1 + \lambda_{12} \cdot C2 + \lambda_{13} \cdot C3 \\ E2 &= \lambda_{21} \cdot C1 + \lambda_{22} \cdot C2 + \lambda_{23} \cdot C3 \\ E3 &= \lambda_{31} \cdot C1 + \lambda_{32} \cdot C2 + \lambda_{33} \cdot C3 \end{aligned}$$

40 con

$$\begin{aligned} \lambda_{11} + \lambda_{12} + \lambda_{13} &= 0 \\ \lambda_{21} + \lambda_{22} + \lambda_{23} &= 0 \\ \lambda_{31} + \lambda_{32} + \lambda_{33} &= 0 \end{aligned}$$

45 Obviamente de forma alternativa los medios de seguimiento del giro del rotor son de tipo óptico.

De forma alternativa la máquina incluye más de tres fases de tal forma que se prevén más de tres sensores. Por ejemplo, para una máquina de cinco fases, por ejemplo conectados en estrella, se prevén cinco sensores. De forma alternativa para una máquina de tipo hexafásico, se prevén seis sensores.

50 Obviamente, todas las combinaciones son posibles.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.Procedimiento de mando de una máquina eléctrica rotativa polifásica y reversible, llamada alternador - motor de arranque, para vehículo automóvil de motor térmico que puede funcionar bien como generador eléctrico (modo alternador) o bien como motor eléctrico, incluyendo dicha máquina un rotor (4), un estator (8) polifásico que lleva varios devanados, una unidad de mando y de control que incluye un puente rectificador y de mando (201) asociado a la máquina eléctrica rotativa y conectado a los devanados del estator de esta máquina y medios para el seguimiento de la posición angular del rotor, estando estos medios dotados de un blanco y de sensores (52) que detectan el paso del blanco, medios para desfasar señales transmitidas por los sensores y medios para enviar las  
10 señales desfasadas a la unidad de mando y de control con el fin de obtener una respuesta mejorada de par de dicha máquina cuando funciona como motor eléctrico, caracterizado porque, partiendo de sensores de tipo lineal que transmiten señales de tipo sinusoidal, tras la lectura del blanco, se introducen desajustes de fase variables de forma continua en dichas señales desfasadas, siendo dichos desajustes de fase función de la velocidad de rotación del rotor y obteniéndose dichos desajustes mediante una suma en una unidad de tratamiento 300 de señales  
15 transmitidas por los sensores, asignando a cada uno de ellos un coeficiente variable que otorga un respectivo peso a la correspondiente señal antes de la suma.
- 20 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque, para cada señal desfasada, la suma de los coeficientes es nula.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque los medios para el seguimiento de la posición angular del rotor son de tipo magnético.
- 25 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la unidad de tratamiento (300) incluye unos comparadores con unas entradas con inversión (-) y sin inversión (+) y porque para los coeficientes ( $\lambda$ ) negativos se utilizan las entradas con inversión (-) de los comparadores, mientras que para los coeficientes ( $\lambda$ ) positivos se utilizan las entradas sin inversión (+) de los comparadores.
- 30 5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque la unidad de tratamiento incluye un microcontrolador (302) unido mediante unas conexiones eléctricas (303) a un convertidor numérico analógico (304) conectado a su vez a los comparadores (305 a 306).
- 35 6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque se comparan las señales de los sensores de dos en dos en los comparadores.
7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque la máquina incluye tres fases y porque se prevén tres sensores a razón de un sensor por fase.

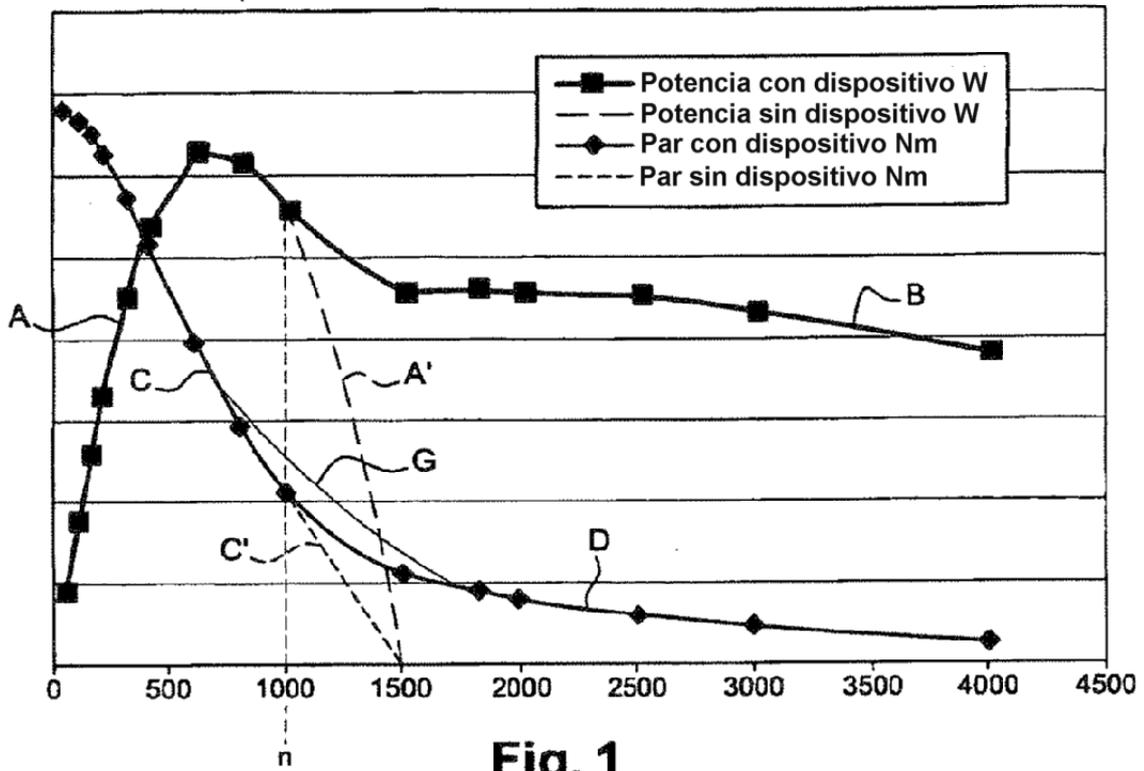


Fig. 1

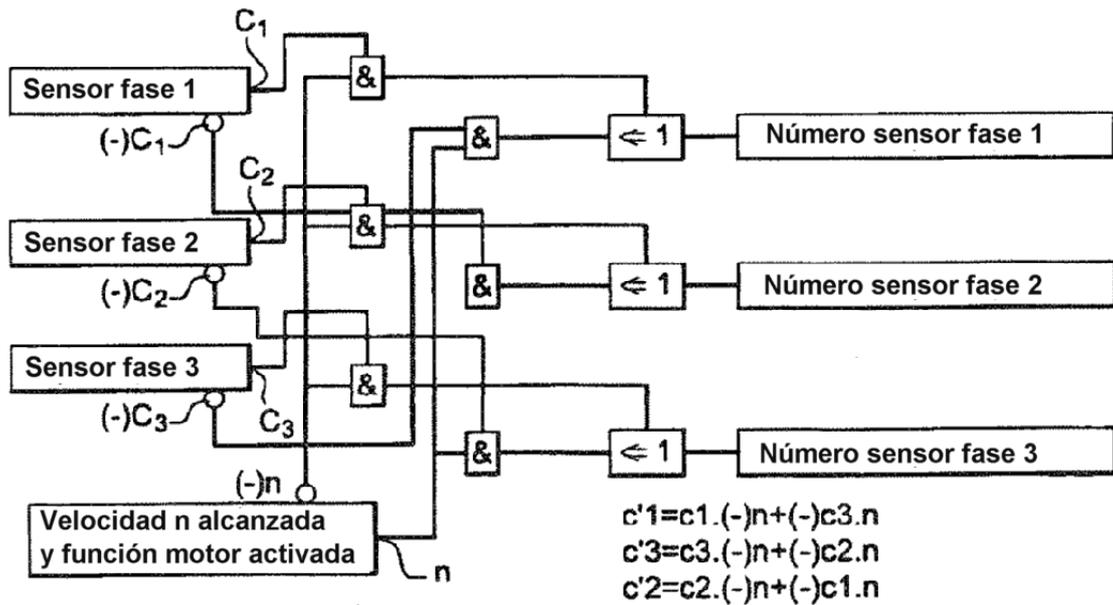
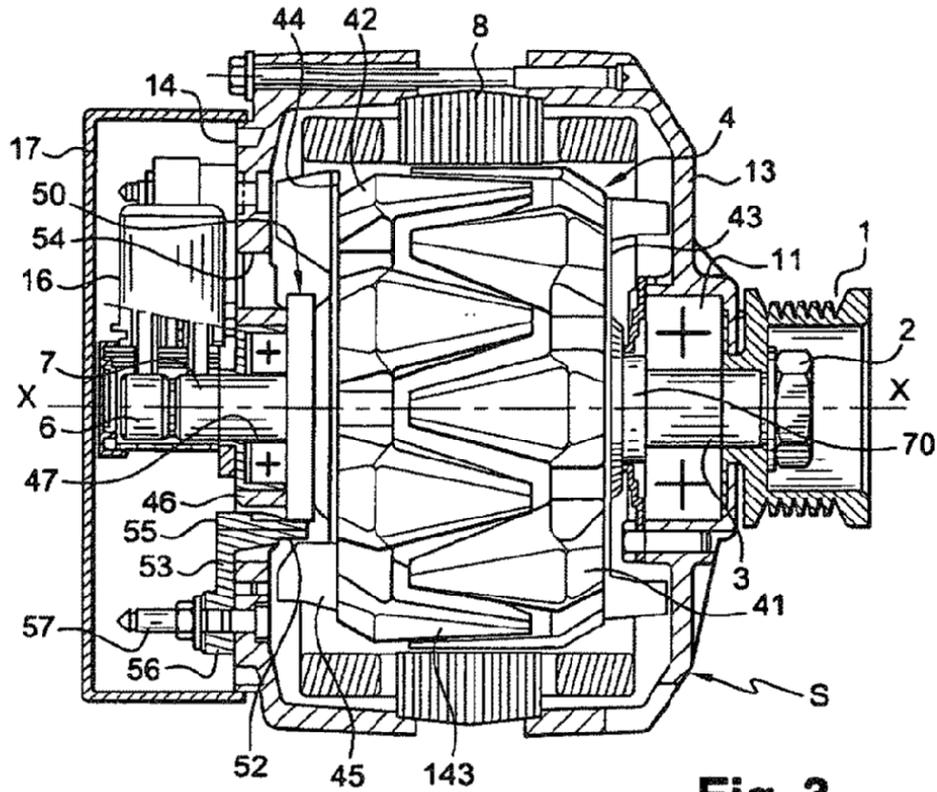
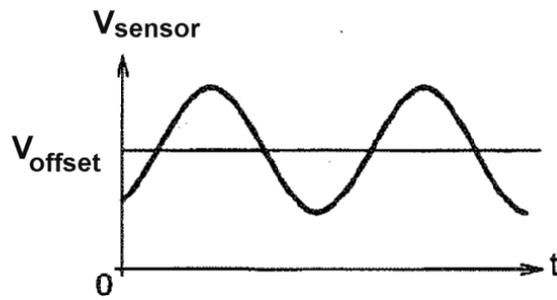


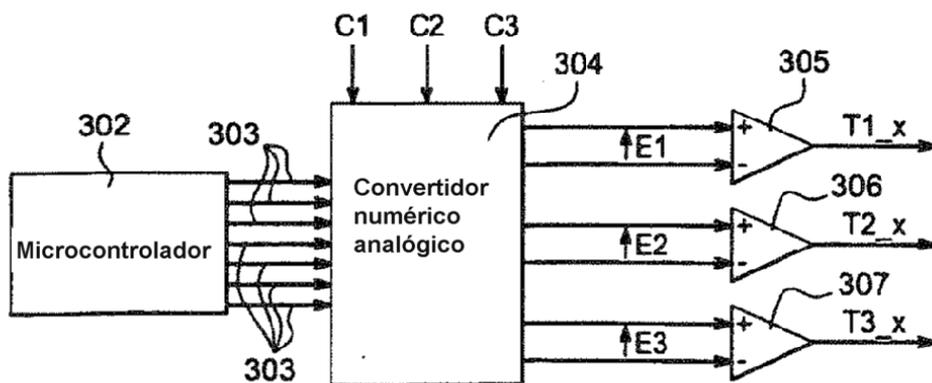
Fig. 2



**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 6**

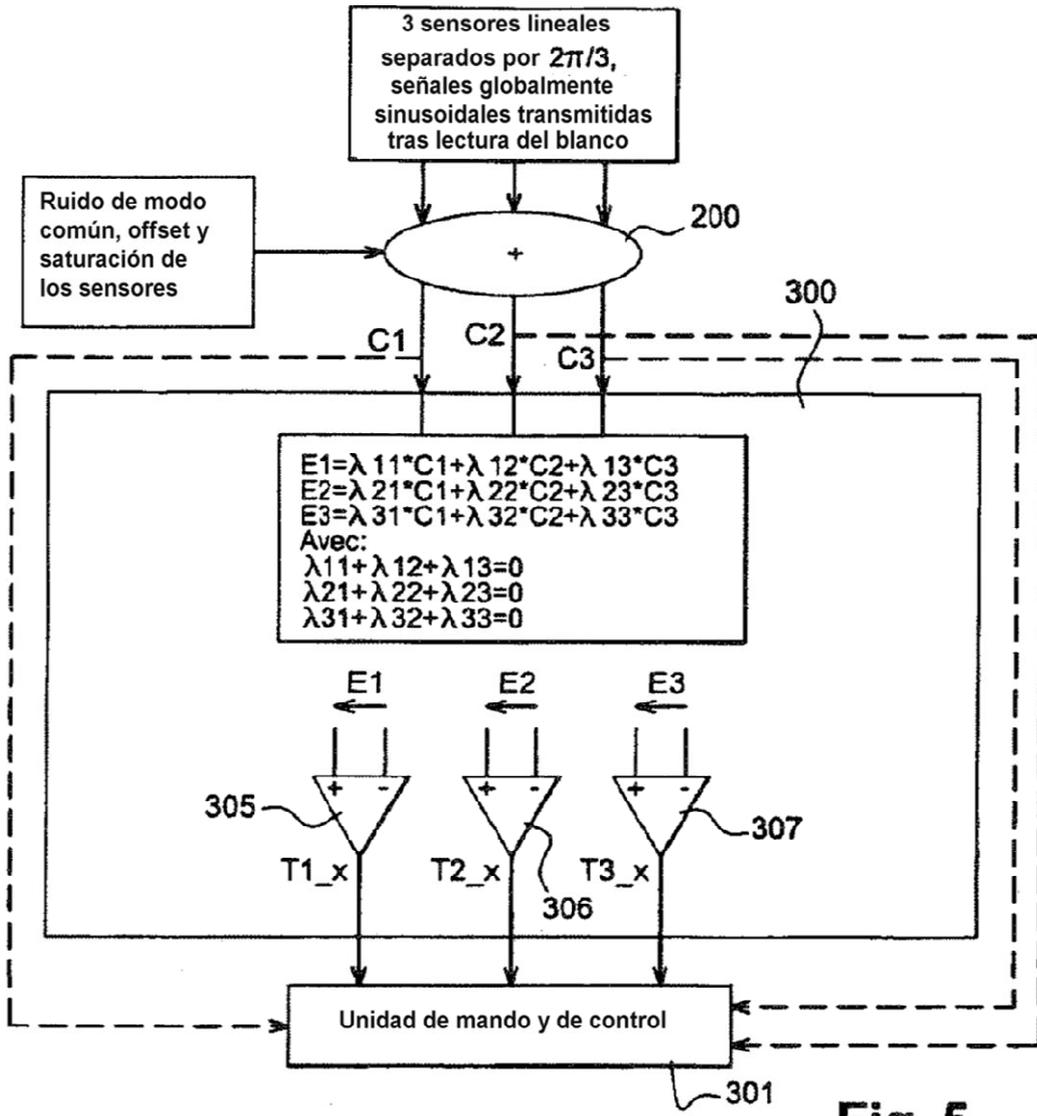


Fig. 5

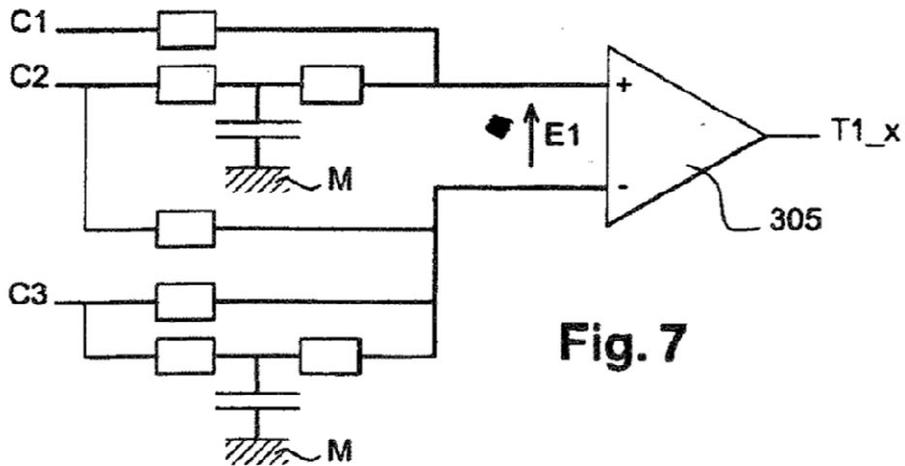


Fig. 7

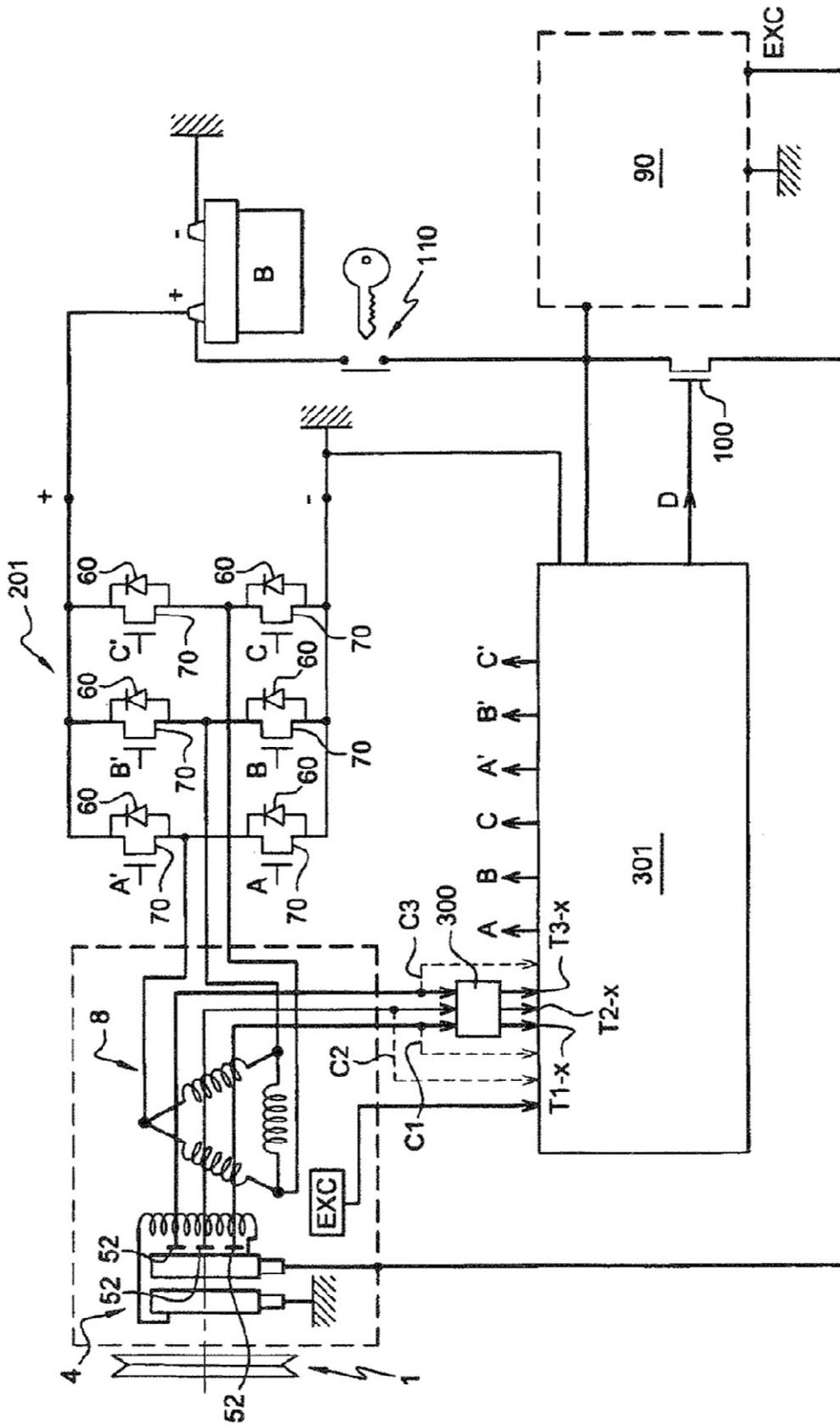


Fig. 8