

(19) Organización Mundial de la Propiedad  
Intelectual  
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional  
13 de Noviembre de 2008 (13.11.2008)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional  
WO 2008/135605 A1

- (51) Clasificación Internacional de Patentes:  
*F03D 7/02* (2006.01) *H02P 7/28* (2006.01)
- (21) Número de la solicitud internacional:  
PCT/ES2007/000264
- (22) Fecha de presentación internacional:  
4 de Mayo de 2007 (04.05.2007)
- (25) Idioma de presentación: español
- (26) Idioma de publicación: español
- (71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US):  
INGETEAM, S.A. [ES/ES]; C/ Pintor Maeztu, 2, E-31008 Pamplona (ES).
- (72) Inventores; e
- (75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): GARMENDIA OLARREAGA, Iker [ES/ES]; C/ Pintor Maeztu, 2, E-31008 Pamplona (ES). SOLE LOPEZ, David [ES/ES]; C/ Pintor Maeztu, 2, E-31008 Pamplona

(ES). BEORLEGUI ARANGUREN, Ernesto [ES/ES]; C/ Pintor Maeztu, 2, E-31008 Pamplona (ES). MAYOR LUSARRETA, Jesús [ES/ES]; C/ Pintor Maeztu, 2, E-31008 Pamplona (ES). ACEDO SANCHEZ, Jorge [ES/ES]; C/ Pintor Maeztu, 2, E-31008 Pamplona (ES). PEREZ BARBACHANO, Javier [ES/ES]; C/ Pintor Maeztu, 2, E-31008 Pamplona (ES). CARCAR MAYOR, Ainhoa [ES/ES]; C/ Pintor Maeztu, 2, E-31008 Pamplona (ES). ZABALETA MAETZU, Mikel [ES/ES]; C/ Pintor Maeztu, 2, E-31008 Pamplona (ES). ELORRIAGA LLANOS, Josu [ES/ES]; C/ Pintor Maeztu, 2, E-31008 Pamplona (ES). COLOMA CALAHORRA, Javier [ES/ES]; C/ Pintor Maeztu, 2, E-31008 Pamplona (ES). RIVAS BARRICARTE, Goyo [ES/ES]; C/ Pintor Maeztu, 2, E-31008 Pamplona (ES).

(74) Mandatario: CARPINTERO LOPEZ, Francisco; Hertero & Asociados, S.L., Alcala, 35, E-28014 Madrid (ES).

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR CONTROL OF PITCH FOR WIND TURBINES

(54) Título: SISTEMA Y MÉTODO DE CONTROL DE PITCH PARA TURBINAS EÓLICAS

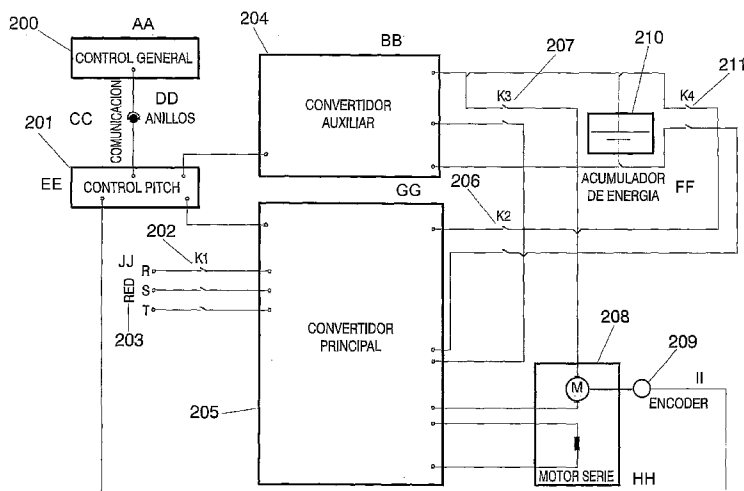


FIG. 2

- AA General Control  
BB Auxiliary Converter  
CC Communication  
DD Rings  
EE Pitch Control  
FF Energy Accumulator  
GG Principal Converter  
HH Serial Motor  
II Encoder  
JJ Network

(57) Abstract: The present invention describes a pitch control system comprising a principal converter, and auxiliary converter, a direct current motor and a power storage system (accumulator) and has four different operation modes: normal, fault (first level), fault (second level) and emergency. In the case that a fault is detected, the system can move the motor in order to move the vanes to the desired position by making a controlled adjustment.

(57) Resumen: La presente invención describe un sistema de control de pitch que contiene un convertidor principal, un convertidor auxiliar, un motor de corriente continua y un sistema de almacenamiento de energía (acumulador) y dispone de cuatro modos de operación diferentes: normal, fallo (primer nivel), fallo (segundo nivel) y emergencia. En el caso de que se detecte un fallo, el sistema puede mover el motor para mover las palas hacia la posición deseada realizando una regulación controlada.

WO 2008/135605 A1



(81) **Estados designados** (*a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Estados designados** (*a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible*): ARIPO

(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publicada:**

— *con informe de búsqueda internacional*

## **SISTEMA Y MÉTODO DE CONTROL DE PITCH PARA TURBINAS EÓLICAS**

### **CAMPO DE LA INVENCIÓN**

5 La presente invención se refiere a un sistema de control de pitch cuyo objetivo es regular el ángulo de pitch o paso de pala y que es de especial aplicación en aerogeneradores.

### **ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN**

10 En los últimos años la implantación de energía eólica se ha incrementado de forma considerable y se prevé que este crecimiento continúe en los próximos años. Actualmente, la potencia nominal de los aerogeneradores se incrementa progresivamente, y en consecuencia la potencia instalada en los  
15 parques eólicos es cada vez mayor. Los parques eólicos precisan de aerogeneradores de mayor capacidad que minimicen el coste de servicio y mantenimiento y a la vez reduzcan el impacto medioambiental. Esto es especialmente importante en parques offshore.

20 Los sistemas de control de pitch son de vital importancia en el funcionamiento global del aerogenerador ya que permiten modificar el paso de las palas de forma controlada, llevando al aerogenerador desde el estado de parada a potencia nominal y permitiendo ajustar el ángulo de las palas para mantener la potencia generada en su punto óptimo. Además, en caso  
25 de emergencia, el control de pitch permite llevar al aerogenerador a un estado de parada de forma segura haciendo girar las palas a una posición de no oposición al viento.

30 Actualmente existen dos tecnologías principales para los sistemas de control de pitch en aerogeneradores: pitch de tipo hidráulico y eléctrico. El pitch hidráulico se ha venido utilizando de forma generalizada en las turbinas

eólicas; En los últimos tiempos, sin embargo, la instalación de aerogeneradores de mayor potencia, ha llevado a utilizar sistemas de control de pitch de tipo eléctrico, ya que ofrecen mayores prestaciones de regulación y control que los de tipo hidráulico. Además, los sistemas de control de pitch eléctrico permiten por un lado, una mayor versatilidad a la hora de implementar lógicas de control, y por otro lado, debido a las opciones disponibles de monitorización, tener un conocimiento exhaustivo del sistema y de las cargas a las que se somete el aerogenerador.

Ante un hueco o caída de tensión alterna (red), los sistemas de pitch eléctrico actuales desconectan el motor del convertidor que lo controla y lo conectan directamente al sistema de almacenamiento de energía (ej. baterías) de tal forma que la velocidad del motor no puede ser regulada y queda determinada por la característica tensión-par-velocidad propia del motor.

Ejemplos de estos sistemas de control de pitch se han descrito en las publicaciones US2007/0057516 A1 y US2006/163882 A1. Dichos sistemas tienen implementado un sistema de control que consiste en conectar el sistema de almacenamiento de energía al bus DC del convertidor una vez detectada la caída de tensión. De esta forma mantienen el nivel de tensión necesario para poder regular el pitch con el drive durante la falta.

El sistema de la presente invención está dotado de una topología novedosa en la que el sistema de almacenamiento de energía DC o acumulador, no se emplea para cargar el bus DC del convertidor, sino que se usa para alimentar el motor directamente o a través de un convertidor auxiliar que modula la tensión continua existente en dicho acumulador. De esta forma, en caso de que se produzca un hueco de tensión o, incluso falle el convertidor principal, se puede seguir regulando la posición de las palas de forma controlada y manteniendo en todo momento la posibilidad de aplicar

directamente al motor la tensión del sistema de almacenamiento de energía DC ante una emergencia.

## SUMARIO DE LA INVENCION

5

La presente invención está referida a sistemas de control de pitch para aerogeneradores. Dicho sistema consiste en un motor de corriente continua y una topología fiable y robusta que prescinde de etapa intermedia en DC (BUS) e incorpora una nueva arquitectura para dotar de control al sistema ante fallos como, por ejemplo, un hueco de tensión. El sistema de almacenamiento de energía puede estar formado, por ejemplo, por baterías o supercapacidades.

10

En operación normal, el sistema de control de pitch funciona empleando un convertidor principal para controlar el motor. En una implementación a modo de ejemplo se controla el motor en respuesta a las consignas recibidas del controlador general.

15

20

En un primer aspecto de la invención, en caso de fallo, el motor se pasa a controlar con un convertidor auxiliar a partir de la energía almacenada en las baterías o supercapacidades lo que permite atender las consignas del controlador general o, incluso, implementar unas curvas determinadas de velocidad-tiempo.

25

En otro aspecto de la invención, se puede operar ante ciertos fallos conectando directamente y de forma controlada el sistema de almacenamiento de energía al motor, consiguiendo regular la posición a la que mover las palas.

30

En otro aspecto de la invención, las baterías o supercapacidades se conectarían directamente al motor sin intervención del controlador del pitch

en el caso de que haya una emergencia, como por ejemplo, un fallo de control.

5 Se debe tener en cuenta que tanto esta descripción general como la descripción detallada que se expone a continuación ejemplifican y explican la invención sin limitarla, tal y como se reivindica.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

10 Entre las figuras incorporadas se muestran algunas que constituyen parte de una o más implementaciones. No obstante, no deben considerarse como figuras que limitan la invención específicamente a la implementación ilustrada. La invención y su modo de operación se comprenderán mejor a partir de la descripción detallada al incorporarse las siguientes figuras:

15

Figura 1: Ilustra un sistema convencional de pitch eléctrico en un aerogenerador.

20

Figura 2: Ilustra una implementación del sistema de pitch de la presente invención empleando un motor serie DC.

Figura 3: Ilustra una configuración del sistema de pitch de la presente invención para el primer modo de operación (normal).

25

Figura 4: Ilustra una configuración del sistema de pitch de la presente invención para el segundo modo de operación (fallo) en el que el motor se controla mediante un convertidor auxiliar.

30

Figura 5: Ilustra una configuración del sistema de pitch de la presente invención para el tercer modo de operación (fallo) en el que el motor se acciona por medio del sistema de almacenamiento de energía gobernado

por el controlador del pitch hasta que la pala llega a una posición deseada por el sistema de control.

5           Figura 6: Ilustra una configuración del sistema de pitch de la presente invención para el cuarto modo de operación (emergencia) en el que el motor se conecta directamente al sistema de almacenamiento de energía DC, hasta que la pala llega a la posición de seguridad (normalmente cercana a 90°).

10           Figura 7: Ilustra una configuración del sistema de pitch de la presente invención en el que el nivel de tensión del sistema de almacenamiento de energía DC es configurable al introducir un mayor o menor número de baterías o supercapacidades.

15           Figura 8: Ilustra una configuración del sistema de pitch de la presente invención en el que el sistema de almacenamiento de energía DC es cargado y/o descargado por medio del convertidor principal al nivel de tensión deseado.

## 20           **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

25           A continuación se describe un sistema de control de pitch eléctrico con varias implementaciones ejemplares. La descripción hace referencia a las figuras a modo de ilustración con el objetivo de permitir un mejor entendimiento de la invención. De este modo, se van a emplear distintos números de referencia a lo largo de la descripción para referirse a distintas partes del sistema de la invención.

30           La implementación preferida de la invención se muestra esquemáticamente en la Figura 2. El sistema de control de pitch está compuesto básicamente por al menos un controlador de pitch (201), un convertidor principal (205), al

menos un convertidor auxiliar (204), un motorreductor (en adelante motor) de corriente continua (208) y un sistema de almacenamiento de energía DC o acumulador (210) compuesto de baterías o supercapacidades.

5 En operación normal (Figura 3) el sistema trabajaría en lo que denominamos un primer modo de operación. En este caso, los contactores K1 (202) y K2 (206) permanecen cerrados de forma que el inducido del motor está controlado por el convertidor principal (205), que invierte la tensión de red alimentando el motor en DC (208) aplicando el par correspondiente en cada momento de forma que las palas adopten la posición deseada. Los  
10 contactores K3 (207) y K4 (211) se mantienen abiertos. En una implementación preferida de la invención, dicho convertidor principal está basado en tiristores (300). Este convertidor no dispone de bus DC.

15 La excitación del motor quedaría controlada con un puente de diodos (301). En esta etapa la configuración del sistema permite llevar a cabo una regulación de velocidad consiguiendo precisiones superiores a 0,05%. Para ello se emplea la realimentación del encoder (209) del motor. En otras implementaciones la realimentación de velocidad y/o posición se podría  
20 realizar por medio de otro tipo de captador (por ejemplo: tacodinamo, resolver, etc.). En otra implementación, se podría realizar una regulación de posición.

25 En la presente invención se distinguen otros tres modos de funcionamiento adicionales:

1.- El segundo modo de operación se muestra en la Figura 4 y corresponde al comportamiento frente a fallos. En una implementación no limitante, se consideran fallos las alarmas generales del aerogenerador en las que el sistema puede mantener el control sobre el pitch o posición de las palas.  
30 Este modo de operación se emplea, por ejemplo, durante huecos de tensión.



Con el objetivo de mantener una regulación controlada del motor y, por ende, de la posición de las palas y velocidad de giro del aerogenerador, un convertidor auxiliar (204) pasa a controlar el motor. Para ello se abre el contactor K2 (206) y cierra K3 (207) y se mantiene abierto K4 (211). En un aspecto de la invención, el convertidor auxiliar es independiente del convertidor principal y modula la tensión DC proporcionada por el sistema de almacenamiento de energía. En una implementación, este convertidor auxiliar estaría basado en IGBTs (400).

Por tanto, se puede mantener el pitch deseado como respuesta a la consigna determinada por el controlador general de la turbina en cada momento o, incluso, aplicar una secuencia de parada o frenado mediante una curva determinada. Esta curva podría estar parametrizada en el controlador del pitch.

En un tercer modo de operación y con el objeto de realizar paradas controladas se puede considerar otro aspecto de la invención. En una implementación, el sistema de almacenamiento de energía puede conectarse directamente al motor de forma controlada (Figura 5). De esta forma, el tiempo de aplicación y, por tanto, la posición final de las palas se regula con el controlador del pitch (201) siguiendo una lógica determinada o atendiendo las consignas recibidas del controlador general (200) del aerogenerador. Este tercer modo es igualmente válido para operar ante fallos como los del segundo modo de operación. En un aspecto no limitante de la invención, se puede establecer dos niveles de fallos. Ante fallos de primer nivel el sistema aplicaría el segundo modo de operación. Si se detecta un fallo de segundo nivel el sistema trabajaría en un tercer modo de operación.

2.- El cuarto modo de operación se muestra en la Figura 6 y se activa en caso de emergencia. En una implementación no limitante de la invención se

puede considerar emergencia una pérdida total del control debido, por ejemplo, a un fallo de la electrónica del sistema de pitch o cualquiera de las causas que por motivos de seguridad activan el circuito de emergencia. En este caso, el motor (208) sería conectado directamente al sistema de almacenamiento de energía o acumulador de energía (210). Para ello se abre K2 (206) y K3 (207) y se cierra K4 (211). Estos contactores permanecen enclavados, hasta llegar a la posición de seguridad. Al ser un motor de corriente continua, la velocidad de giro del motor queda determinada por la tensión continua aplicada.

Otro aspecto de la presente invención, es que el número de baterías o supercapacidades (210) puede ser configurable de manera que se puedan aplicar diferentes niveles de tensión en función de la curva de velocidad deseada teniendo en cuenta la característica tensión-par-velocidad de diseño del motor. En la Figura 7 se muestra una sencilla implementación en la que por medio de contactores se puede introducir un mayor número de baterías o supercapacidades (702). Esta funcionalidad se puede emplear en el segundo, tercer y cuarto modo de operación en los que se hace uso del sistema acumulador de energía. En el segundo modo de operación esta funcionalidad se consigue activando el contactor K6 (700) o K7 (701). Para el tercer y cuarto modo de operación, en los que se aplica directamente la tensión del sistema acumulador de energía DC al motor, esta funcionalidad se consigue activando el contactor K5 (703) o K4 (211).

En una implementación preferida de la invención, el convertidor principal del sistema se diseña con una topología de cuatro cuadrantes que permita entregar potencia a la red AC cuando el motor se emplea como generador. Esta situación tiene lugar cuando la pala del aerogenerador se mueve hacia la posición deseada sin ser accionada por el momento. Esto puede ocurrir cuando el propio peso de la pala empuja la pala en el sentido de rotación deseado.

En otro aspecto de la invención, el convertidor principal (205) se puede emplear para cargar y descargar el sistema acumulador de energía en el caso de que esté basado en supercapacidades. En la Figura 8 se muestra una implementación del sistema de control de pitch en el que se incorpora el contactor K8 (801) que debe ser accionado para cargar o descargar las supercapacidades (800).

Si el sistema acumulador está formado por baterías, el sistema de la presente invención precisa un cargador de baterías. En una implementación preferida de la invención, el sistema de pitch emplea un único cargador de baterías para todas las palas del aerogenerador. Dicho cargador se multiplexa en el tiempo para cargar el sistema acumulador de cada una de las palas. En otra implementación se utiliza un cargador de batería por cada sistema de pala.

Por tanto, se revela un sistema de control de pitch eléctrico con una nueva prestación que aumenta las posibilidades de control del motor DC incluso en el caso de un hueco de tensión o cualquier otro fallo.

Se debe tener en cuenta que la descripción detallada debe considerarse ejemplar. Los detalles y figuras mostradas no deben limitar el alcance de la invención. De hecho, se pueden realizar modificaciones y adaptaciones y sustituir los métodos e implementaciones descritos por otros equivalentes. Consecuentemente, la invención puede ser implementada de diversas formas sin alejarse de la esencia y el alcance de la invención y se entenderá que la invención no se limita a las implementaciones descritas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de control de pitch para turbinas eólicas que comprende:  
al menos un motor de corriente continua (208)  
5 al menos un controlador de pitch (201)  
un convertidor principal (205) para convertir potencia alterna de la red  
en continua para alimentar el motor en un primer modo de operación.  
al menos un sistema acumulador de energía en DC (210) para  
proveer una energía de reserva durante un segundo, tercer y cuarto modo  
10 de operación.  
al menos un convertidor auxiliar (204) para modular la tensión  
continua del sistema acumulador de energía en un segundo modo de  
operación.
- 15 2. Un sistema de control de pitch para turbinas eólicas según la  
reivindicación 1, caracterizado porque el motor es un motor de excitación  
serie de corriente continua.
- 20 3. Un sistema de control de pitch para turbinas eólicas según la  
reivindicación 1, caracterizado porque el motor es un motor de excitación  
compuesta de corriente continua.
- 25 4. Un sistema de control de pitch para turbinas eólicas según la  
reivindicación 1, caracterizado porque el convertidor principal está basado en  
tiristores.
5. Un sistema de control de pitch para turbinas eólicas según la  
reivindicación 1, caracterizado porque el convertidor principal está basado en  
IGBTs.

6. Un sistema de control de pitch para turbinas eólicas según la reivindicación 1, caracterizado porque contiene un rectificador a diodos para alimentar la excitación del motor.
- 5 7. Un sistema de control de pitch para turbinas eólicas según la reivindicación 1, caracterizado porque contiene un rectificador a IGBTs para alimentar la excitación del motor.
- 10 8. Un sistema de control de pitch para turbinas eólicas según la reivindicación 1, caracterizado porque el acumulador de energía está compuesto por baterías.
- 15 9. Un sistema de control de pitch para turbinas eólicas según la reivindicación 1, caracterizado porque el acumulador de energía está compuesto por supercapacidades.
- 20 10. Un sistema de control de pitch para turbinas eólicas según la reivindicación 1, caracterizado porque el convertidor auxiliar está basado en IGBTs.
- 25 11. Un sistema de control de pitch para turbinas eólicas según la reivindicación 1, caracterizado porque el nivel de tensión del sistema acumulador de energía es configurable.
- 30 12. Un sistema de control de pitch para turbinas eólicas que comprende un sistema acumulador de energía en el que el nivel de tensión se puede configurar activamente empleando contactores.
13. Un método de control para un sistema de pitch eléctrico para turbinas eólicas que comprende:

- Usar un convertidor principal para convertir potencia alterna de la red en continua para alimentar el motor de corriente continua durante un primer modo de operación.

5

- Usar la tensión continua del acumulador de energía para alimentar a través del convertidor auxiliar el motor de corriente continua durante un segundo modo de operación.

- Usar la tensión continua del acumulador de energía para alimentar directamente y de forma controlada el motor de corriente continua durante un tercer modo de operación.

10

- Usar la tensión continua del acumulador de energía para alimentar directamente y sin intervención del controlador del pitch el motor de corriente continua durante un cuarto modo de operación.

15

14. El método de control según la reivindicación 13, caracterizado porque emplea un rectificador para alimentar la excitación del motor de corriente continua.

20

15. El método de control según la reivindicación 13, caracterizado porque el primer modo de operación se activa en operación normal.

25

16. El método de control según la reivindicación 13, caracterizado porque el segundo modo de operación se activa cuando se detecta un primer nivel de fallo.

30

17. El método de control según la reivindicación 13, caracterizado porque el tercer modo de operación se activa cuando se detecta un segundo nivel de fallo.

18. El método de control según la reivindicación 13, caracterizado porque el cuarto modo de operación se activa cuando se detecta una emergencia y se mueven las palas del aerogenerador hasta la posición de seguridad.

19. El método de control según la reivindicación 13, caracterizado porque durante el segundo y tercer modo de operación la regulación del motor de corriente continua se realiza en respuesta a la consigna recibida desde el controlador general.

20. El método de control según la reivindicación 13, caracterizado porque durante el segundo y tercer modo de operación la regulación del motor de corriente continua se realiza de acuerdo a una lógica programada en el controlador del pitch.

21. Un método de control para un sistema de pitch eléctrico para turbinas eólicas que comprende:

- Usar un convertidor principal para convertir potencia alterna de la red en continua para alimentar el motor de corriente continua durante un primer modo de operación.

- Usar la tensión continua del acumulador de energía para alimentar a través del convertidor auxiliar el motor de corriente continua durante un segundo modo de operación.

- Usar la tensión continua del acumulador de energía para alimentar directamente y sin intervención del controlador del pitch el motor de corriente continua durante un cuarto modo de operación.

22. Un método de control para un sistema de pitch eléctrico para turbinas eólicas que comprende:

- Usar un convertidor principal para convertir potencia alterna de la red en continua para alimentar el motor de corriente continua durante un primer modo de operación.

- Usar la tensión continua del acumulador de energía para alimentar directamente y de forma controlada el motor de corriente continua durante un tercer modo de operación.

- Usar la tensión continua del acumulador de energía para alimentar directamente y sin intervención del controlador del pitch el motor de corriente continua durante un cuarto modo de operación.

5           23.    Un método de control para un sistema de pitch eléctrico para turbinas eólicas que comprende usar el motor como generador para entregar potencia a la red cuando la pala se mueve por su propio peso o par hacia la posición deseada.

10           24.    Un método de control para un sistema de pitch eléctrico para turbinas eólicas que comprende:

- Usar un convertidor principal para cargar y descargar el sistema acumulador de energía basado en supercapacidades.

15           25.    Un método de control para un sistema de pitch eléctrico para turbinas eólicas que comprende:

- Usar un único cargador de baterías para cargar de forma multiplexada el sistema acumulador de energía de cada una de las palas.

20



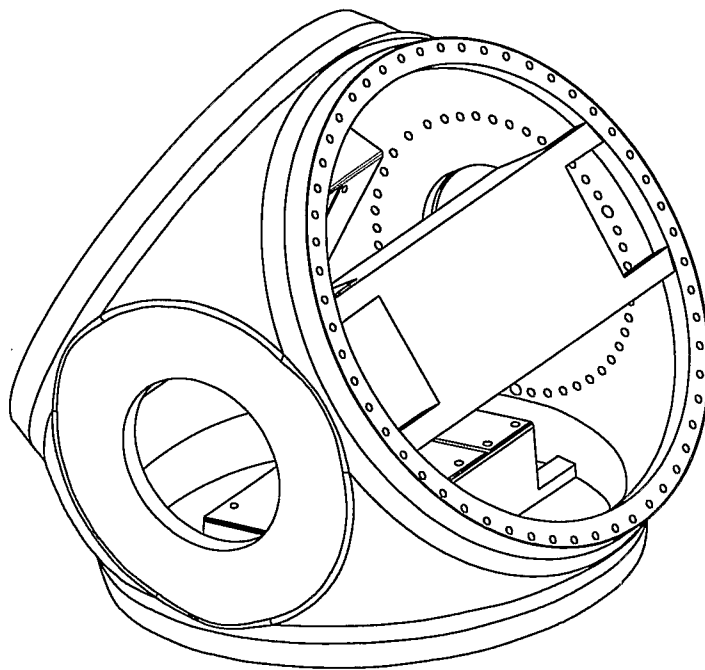


FIG. 1

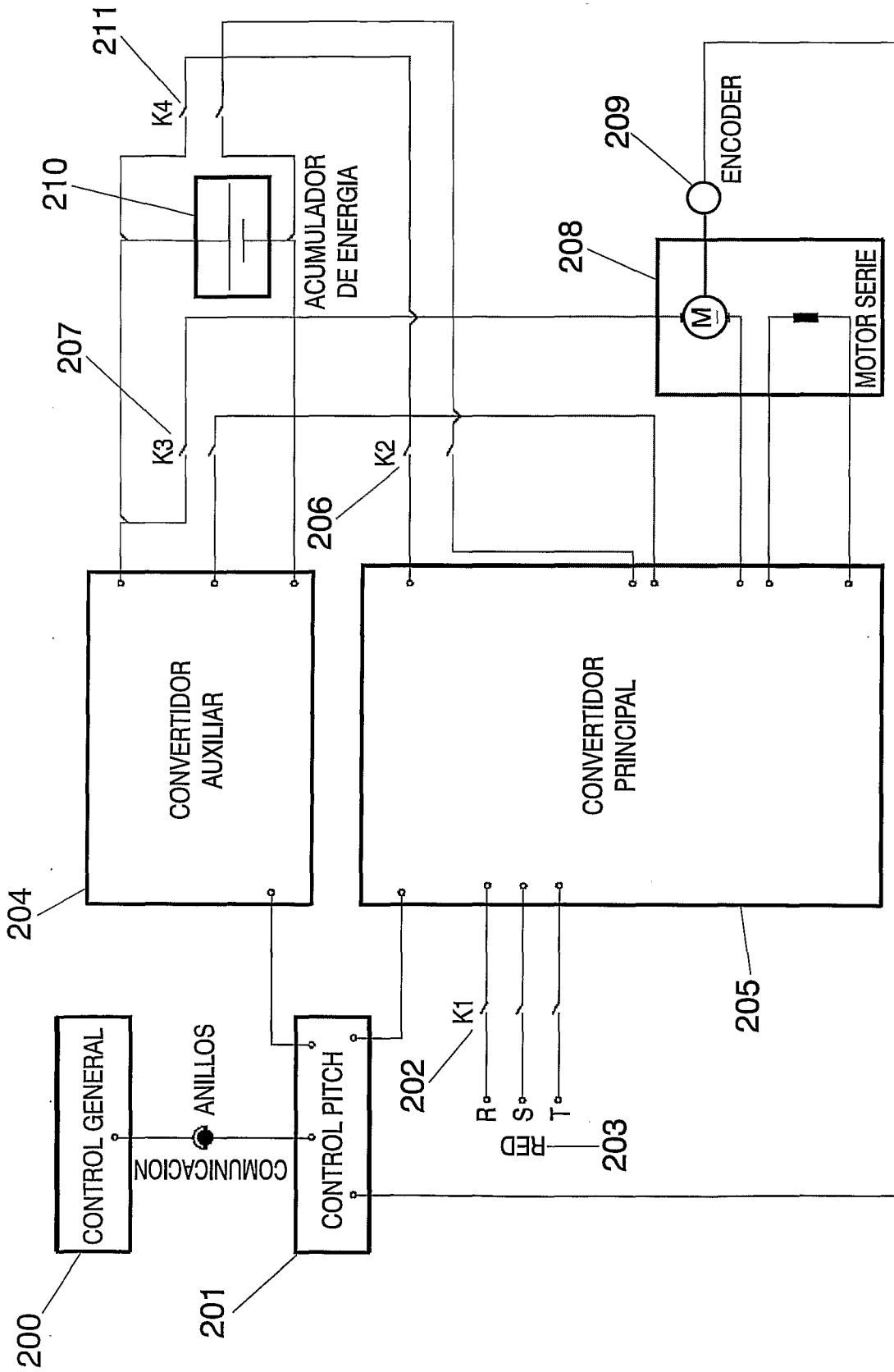


FIG. 2

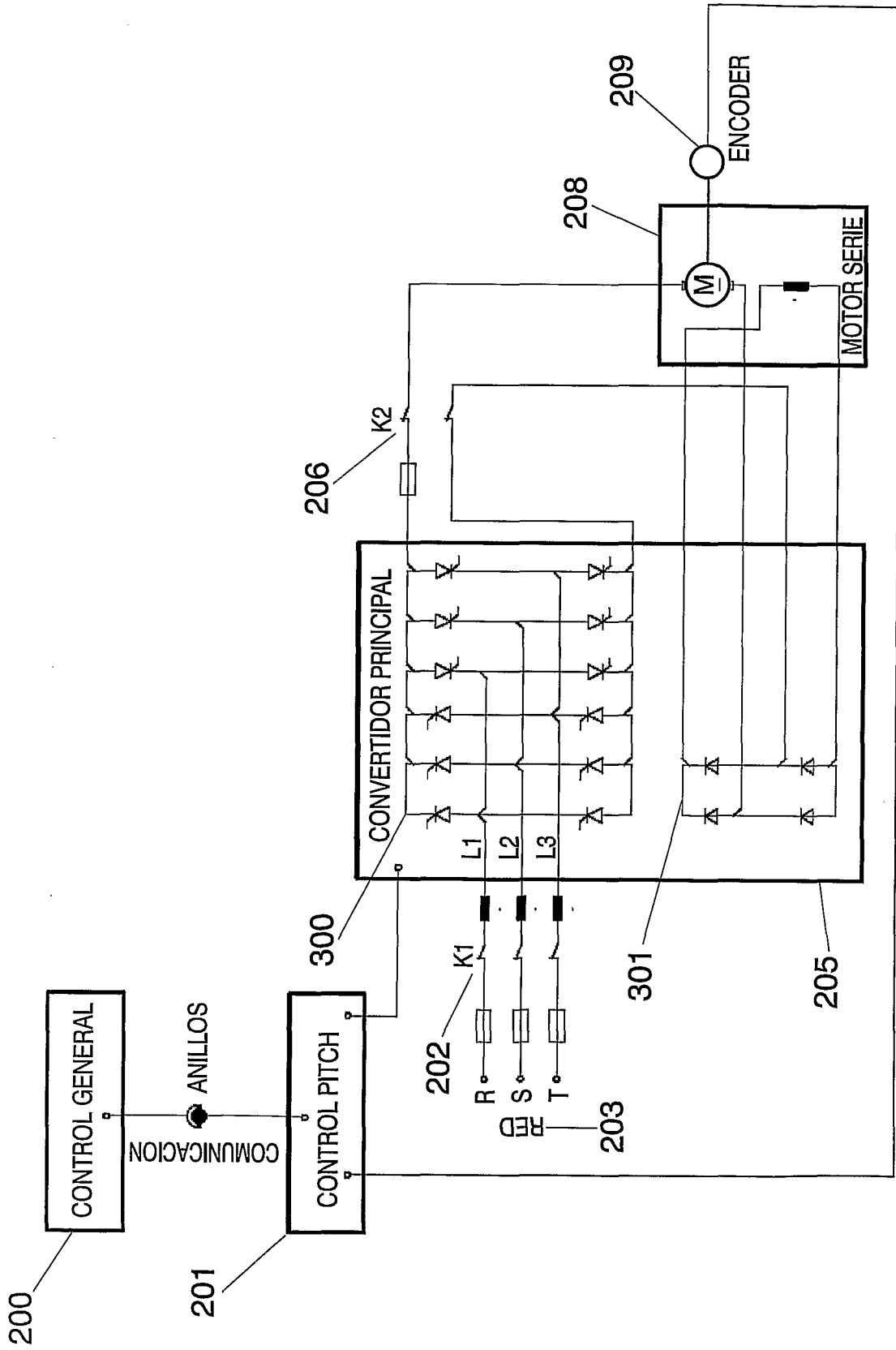


FIG. 3

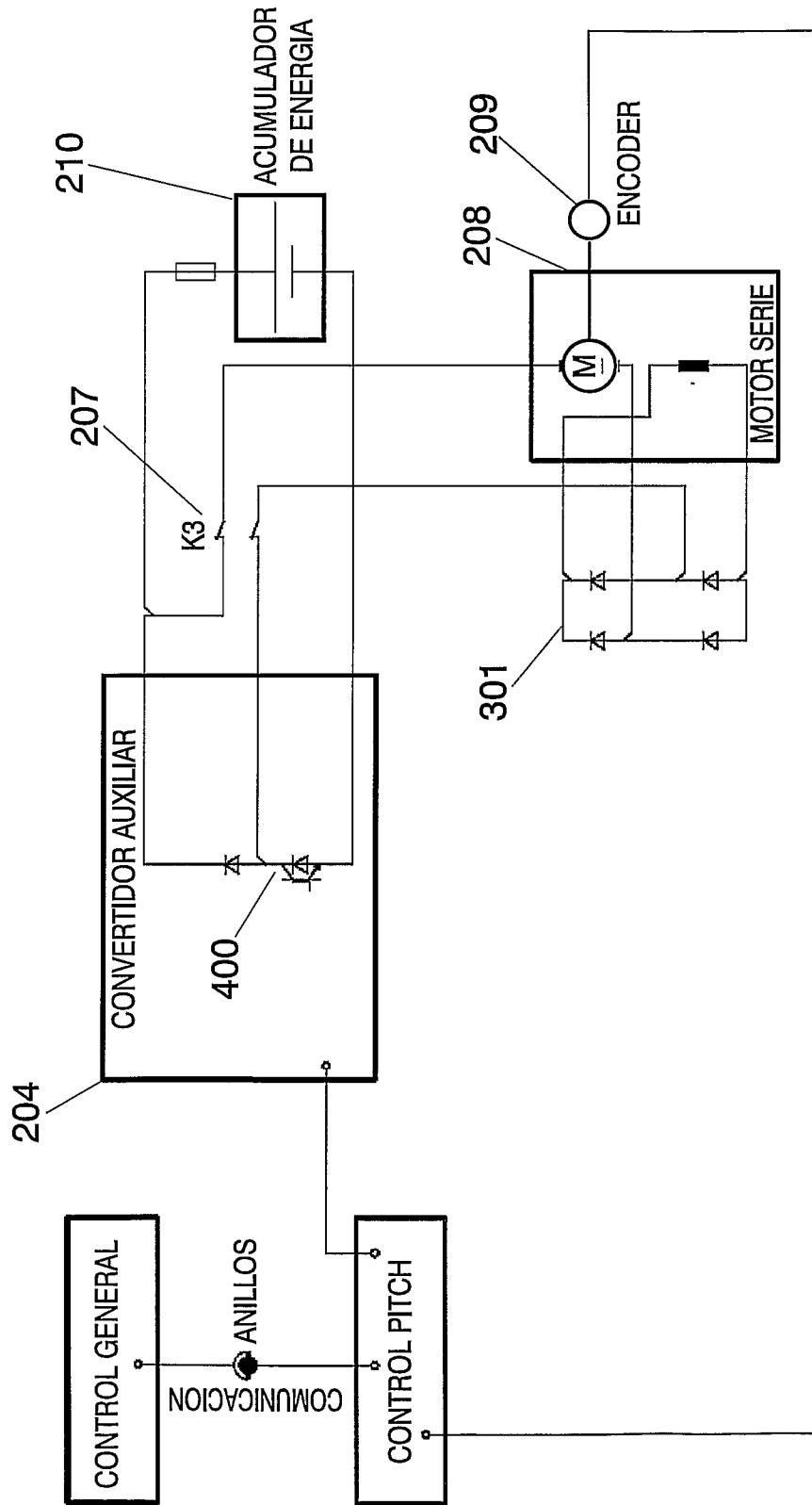


FIG. 4

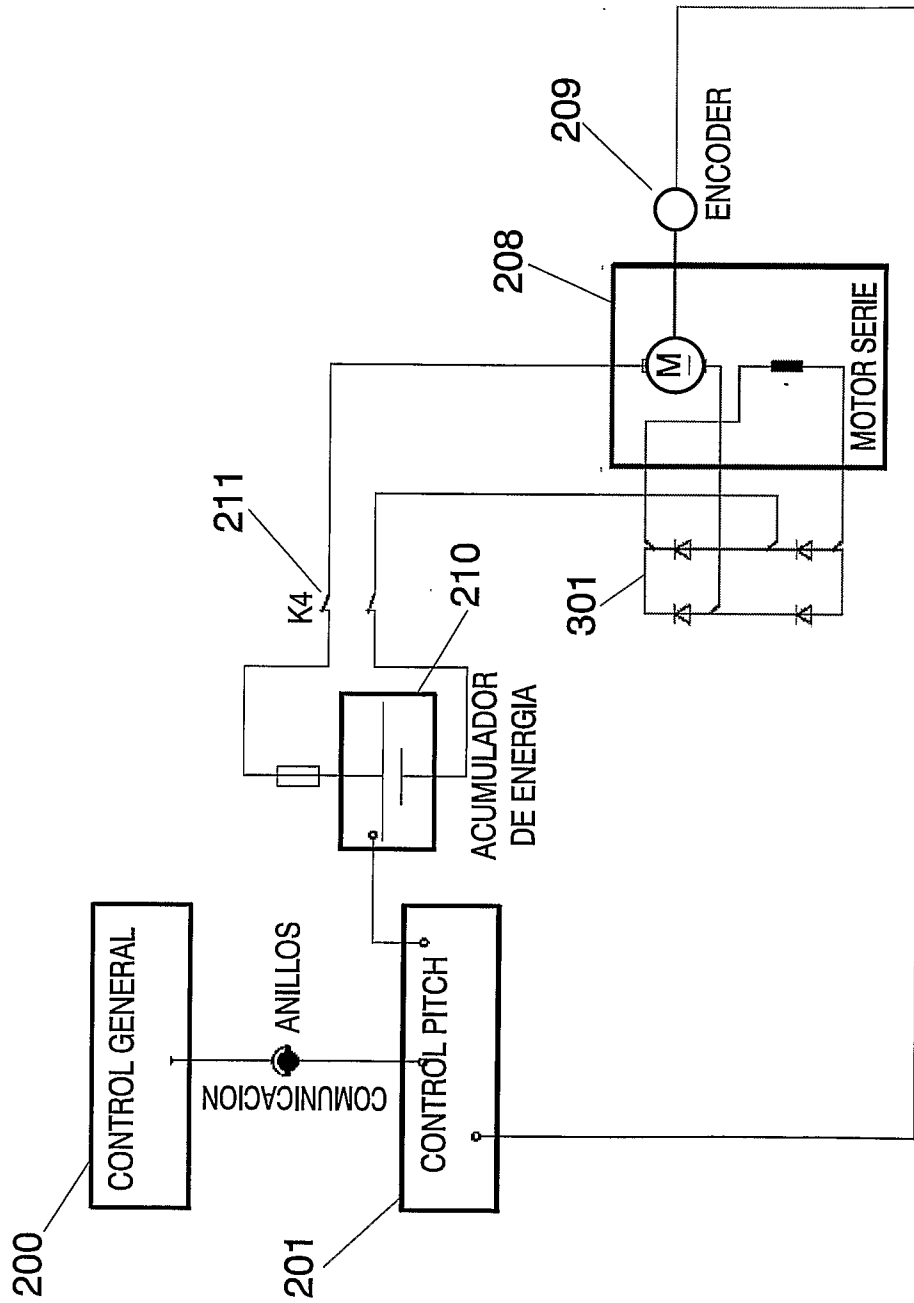


FIG. 5

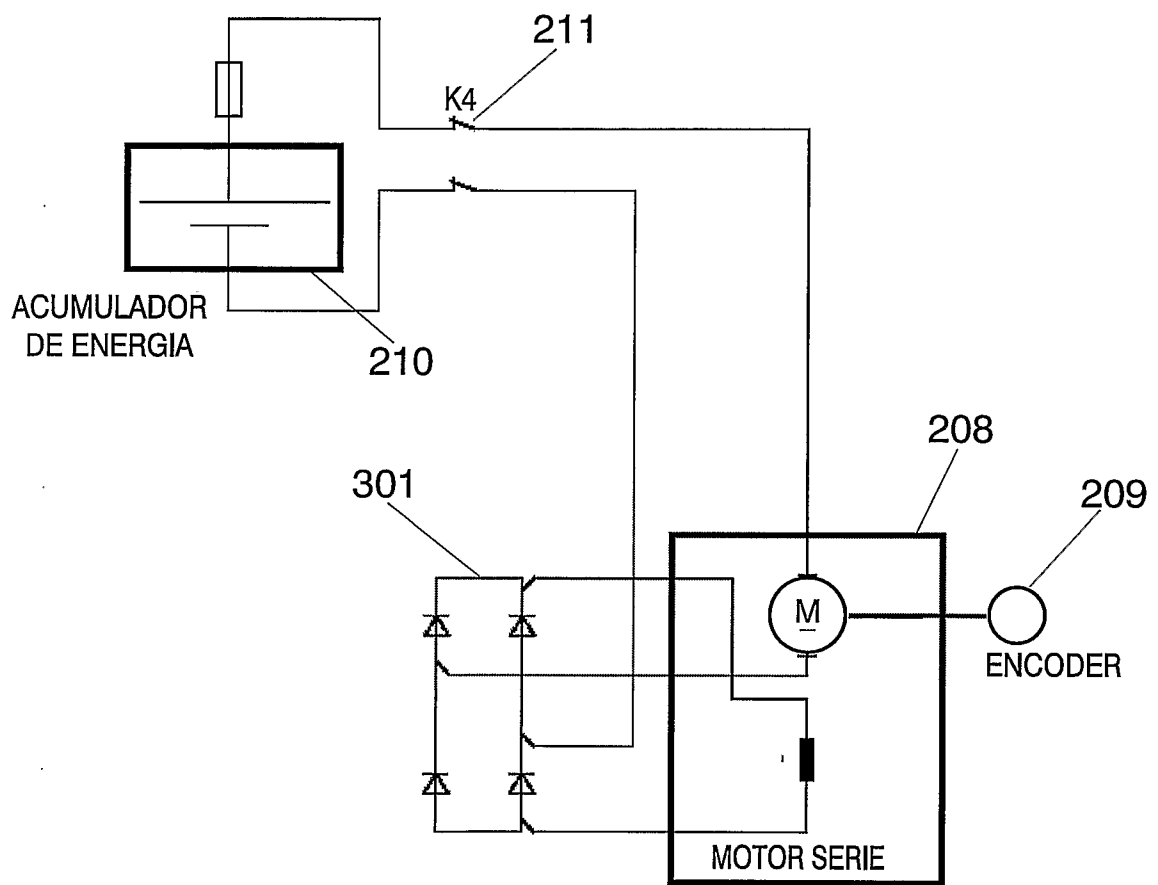


FIG. 6

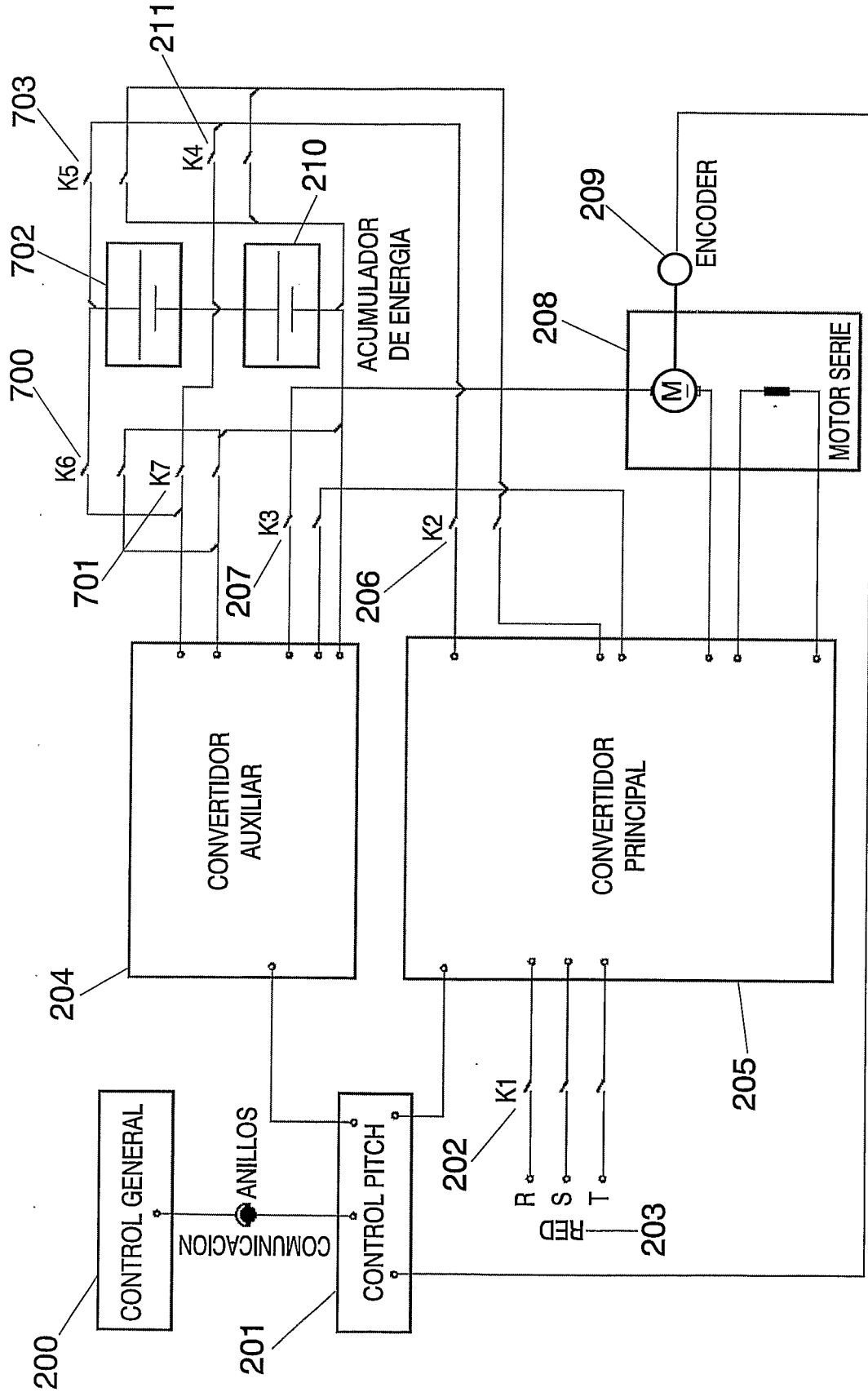


FIG. 7

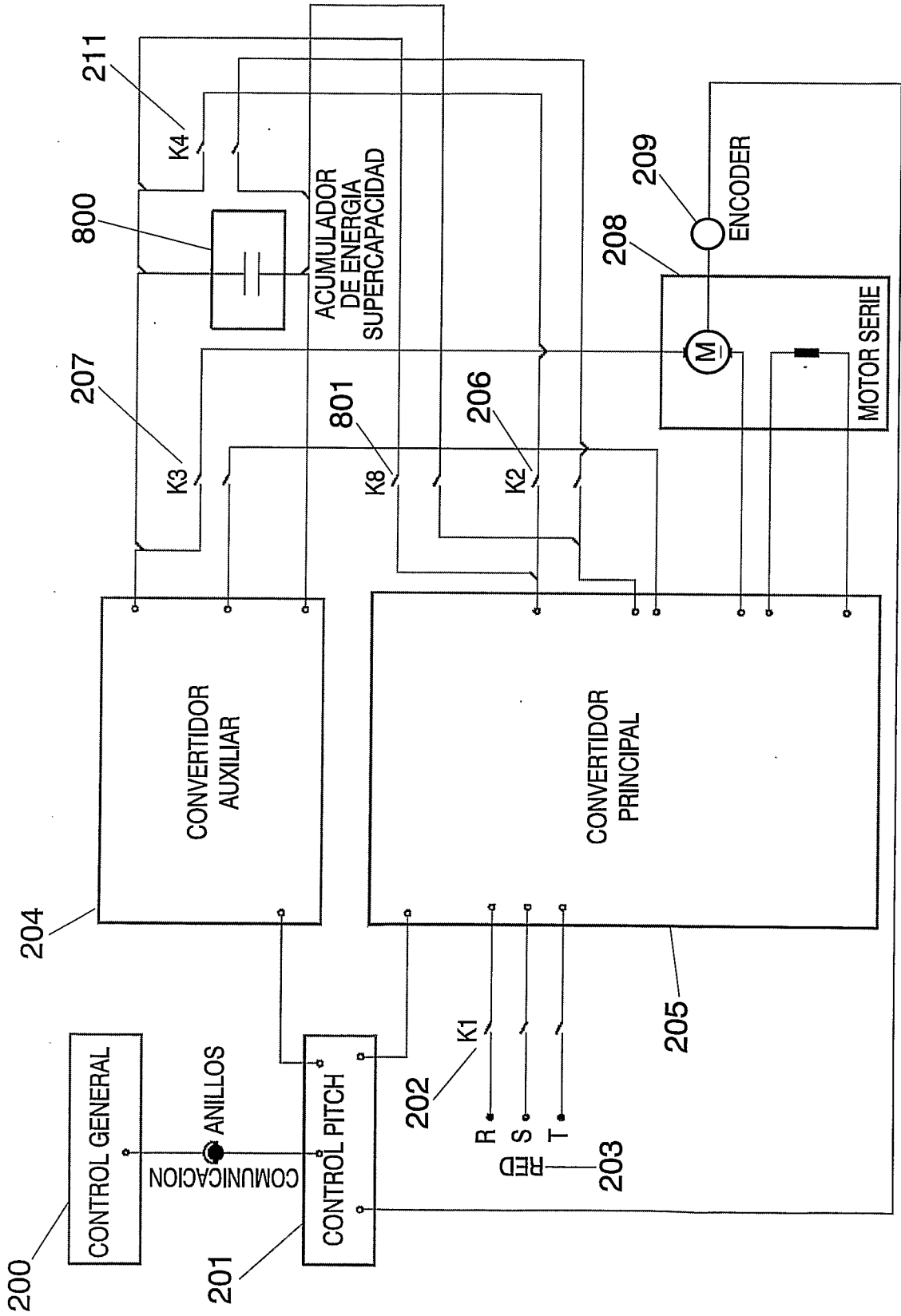


FIG. 8



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/ ES 2007/000264

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

see extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
F03D7/02, F03D9/02, H02P7+

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

R05B260/75, R05B260/76, R05B270/107 (códigos ICO)

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CIBEPAT, EPODOC, WPI, ELSEVIER, INSPEC, IEEE

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10253811 A1 (LUST DRIVE TRONICS GMBH) 03.06.2004, paragraphs 24 and 29, figs. 3 and 8	1-25
X	US2006163882 A1 (REPOWER SYSTEMS AG) 27.07.2006, paragraph 64, figure 2	1-22, 24-25
X	EP1763126 A1 (GEN ELECTRIC) 14.03.2007, the whole document	1-22, 24-25
A	DE102004005169 B3 (REPOWER SYSTEMS AG) 03.11.2005, the whole document	1-25
A	EP1777804 A1 (GEN ELECTRIC) 25.04.2007, the whole document	24, 25

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.		
"E" earlier document but published on or after the international filing date		
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 January 2008 (25.01.2008)

Date of mailing of the international search report

(04/02/2008)

Name and mailing address of the ISA/  
O.E.P.M.Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España.  
Facsimile No. 34 91 3495304

Authorized officer

P. Valbuena Vázquez

Telephone No. +34 91 349 85 62

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/ ES 2007/000264

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10253811 A	03.06.2004	DE 20221764 U	23.08.2007 23.08.2007 23.08.2007
US 2006163882 A	27.07.2006	WO 2005017350 A DE 10338127 AB EP 1654459 A EP 20040763925 US 7256509 B CN 1836102 A JP 2007502382 T	24.02.2005 17.03.2005 10.05.2006 09.08.2004 14.08.2007 20.09.2006 08.02.2007
EP 1763126 A	14.03.2007	CA 2557084 A CN 1928352 A US 2007057516 A AU 2006203521 A BR P	09.03.2007 14.03.2007 15.03.2007 29.03.2007 14.08.2007 14.08.2007
DE 102004005169 B	03.11.2005	NONE	-----
EP 1777804 A	25.04.2007	NO 20064722 A EP 20060255329 US 2007090797 A JP 2007116892 A	20.04.2007 16.10.2006 26.04.2007 10.05.2007

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

*F03D 7/02* (2006.01)

*H02P 7/28* (2006.01)

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº  
PCT/ ES 2007/000264

## A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

Ver hoja adicional

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

## B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)  
F03D7/02, F03D9/02, H02P7+

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda  
R05B260/75, R05B260/76, R05B270/107 (códigos ICO)

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)  
CIBEPAT, EPODOC, WPI, ELSEVIER, INSPEC, IEEE

## C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
X	DE 10253811 A1 (LUST DRIVE TRONICS GMBH) 03.06.2004, párrafos 24 y 29, figs. 3 y 8	1-25
X	US2006163882 A1 (REPOWER SYSTEMS AG) 27.07.2006, párrafo 64, figura 2	1-22, 24-25
X	EP1763126 A1 (GEN ELECTRIC) 14.03.2007, todo el documento	1-22, 24-25
A	DE102004005169 B3 (REPOWER SYSTEMS AG) 03.11.2005, todo el documento	1-25
A	EP1777804 A1 (GEN ELECTRIC) 25.04.2007, todo el documento	24, 25

En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos  Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo

<p>* Categorías especiales de documentos citados:</p> <p>“A” documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.</p> <p>“E” solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.</p> <p>“L” documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).</p> <p>“O” documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.</p> <p>“P” documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.</p>	<p>“T” documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.</p> <p>“X” documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.</p> <p>“Y” documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.</p> <p>“&amp;” documento que forma parte de la misma familia de patentes.</p>
--	--

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional. 25 Enero 2008 (25.01.2008)	Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional 04 de febrero de 2008 (04/02/2008)
Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional O.E.P.M. Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España. Nº de fax 34 91 3495304	Funcionario autorizado P. Valbuena Vázquez Nº de teléfono +34 91 349 85 62

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional nº

PCT/ES 2007/000264

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
DE 10253811 A	03.06.2004	DE 20221764 U	23.08.2007 23.08.2007 23.08.2007
US 2006163882 A	27.07.2006	WO 2005017350 A DE 10338127 AB EP 1654459 A EP 20040763925 US 7256509 B CN 1836102 A JP 2007502382 T	24.02.2005 17.03.2005 10.05.2006 09.08.2004 14.08.2007 20.09.2006 08.02.2007
EP 1763126 A	14.03.2007	CA 2557084 A CN 1928352 A US 2007057516 A AU 2006203521 A BR P	09.03.2007 14.03.2007 15.03.2007 29.03.2007 14.08.2007 14.08.2007
DE 102004005169 B	03.11.2005	NINGUNO	-----
EP 1777804 A	25.04.2007	NO 20064722 A EP 20060255329 US 2007090797 A JP 2007116892 A	20.04.2007 16.10.2006 26.04.2007 10.05.2007

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

*F03D 7/02 (2006.01)*

*H02P 7/28 (2006.01)*