



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 273 316**

51 Int. Cl.:

B63H 23/06 (2006.01)

B63H 23/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **05251473 .4**

86 Fecha de presentación : **11.03.2005**

87 Número de publicación de la solicitud: **1580119**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **28.09.2005**

54 Título: **Grupo motor mejorado.**

30 Prioridad: **25.03.2004 GB 0406767**
07.04.2004 GB 0407997

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2007

73 Titular/es: **Converteam Ltd.**
Boughton Road
Rugby Warwickshire CV21 1BU, GB

72 Inventor/es: **Lewis, Eric Anthony**

74 Agente: **Carpintero López, Francisco**

ES 2 273 316 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

Grupo motor mejorado.

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de grupo motor, que comprende un propulsor, un tren motriz mecánico, un motor eléctrico, y un controlador electrónico para el motor, del que se puede encontrar un ejemplo en el documento US 3.618.719 de la técnica anterior, el cual describe todas las características del preámbulo de la reivindicación 1 independiente. En particular, la invención se refiere a un medio para proteger el propulsor y el tren motriz mecánico respecto al efecto total de las sacudidas mecánicas resultantes de la detención súbita del movimiento del propulsor, tal como el causado por colisión del propulsor con un obstáculo subacuático.

Antecedentes de la invención

Los tipos más antiguos de embarcaciones rompehielos accionadas mecánicamente (turbina o motor de combustión interna), han hecho uso de un tren motriz que comprende un propulsor montado en un eje accionado directamente desde el grupo motor mecánico. En tales rompehielos, la integridad del propulsor y del tren motriz puede correr riesgos si el propulsor golpea un gran bloque de hielo, puesto que puede verse forzado a detenerse muy rápidamente (es decir, en 0,5 segundos) en contra del par motor suministrado por el grupo motor, situando con ello una carga de sacudida mecánica inaceptablemente grande sobre el propulsor y sobre el tren motriz.

La Figura 1 indica que para resolver el problema conocido como "pérdida de velocidad por hielo", se ha utilizado un acoplamiento 10 de fluido, tal como un turbo acoplamiento de fluido Voith (Marca Registrada), entre los extremos de dos ejes 12A y 12B del tren motriz para absorber el cambio repentino de velocidad entre el grupo mecánico 14 y el propulsor 16, y evitar con ello la sobrefatiga del sistema.

En otros tipos más recientes de rompehielos, en los que el motor eléctrico se encuentra acoplado directamente al propulsor a través de un eje, ha sido menos necesario intercalar acoplamientos de fluido en el tren motriz debido a que el motor eléctrico tiene la capacidad de detener la rotación muy rápidamente, a diferencia con una turbina o un motor diesel. Sin embargo, el eje propulsor debe ser aún tomado en consideración en cuanto a las fuerzas provocadas por la detención de la inercia giratoria del motor eléctrico. Esto no representa ningún inconveniente si el motor y el tren motriz están montados en el casco de la embarcación, o en un canal de propulsión por fuera del casco principal.

Sin embargo, se ha propuesto recientemente utilizar lo que se conoce como "empujadores axiales" para los rompehielos, véase la Figura 2. Según se muestra, en una configuración de empujador típico, un motor 20 de alta velocidad acciona el propulsor 21 a través de tres ejes 22, 23, 24, y dos conjuntos de engranajes 25, 26. El motor 20 está alojado en el interior del casco de la embarcación, mientras que el propulsor 21 está montado en un eje horizontal en el extremo inferior de un estay 28 basculante que se proyecta hacia abajo desde el casco. El estay está unido al casco en el plano horizontal de un acoplamiento 29 que permite que el estay gire alrededor de un eje vertical centrado en el eje 23 vertical, y cambie con ello la dirección de empuje del propulsor. Los engranajes 25, 26 son

necesarios, por supuesto, en virtud de la necesidad de transferir la impulsión desde el eje 22 horizontal montado en el casco, a través de el eje 23 vertical, hasta el eje 24 propulsor horizontal situado en el fondo del estay.

Resulta deseable reducir el tamaño del motor con la utilización de engranajes reductores, permitiendo con ello que el motor se mueva a unas RPM más elevadas que el propulsor. Desafortunadamente, esto puede exponer el propulsor a una carga excesiva de choque torsional, en virtud del efecto desproporcionado de los reductores, debido a que cuando se hace referencia a una componente particular de inercia de sistema de eje respecto al propulsor, a través de engranajes reductores, de la relación N de velocidad, la inercia experimentada por el propulsor queda multiplicada efectivamente por N^2 . De ese modo, el tren motriz con sus engranajes multiplica la inercia giratoria del motor, vista desde el lado del propulsor, e incrementa las fuerzas sobre el eje y los engranajes en caso de pérdida de velocidad por hielo o de otra colisión del propulsor. Para evitar daños en el propulsor y en el tren motriz, se puede insertar de nuevo un acoplamiento de fluido entre el motor eléctrico y los engranajes.

Desafortunadamente, los acoplamientos de fluido incurrir en pérdidas importantes de eficacia en la transferencia de potencia, lo que desperdicia combustible y energía.

Sumario de la invención

La presente invención proporciona un control anti-sacudida en empujadores u otros sistemas de propulsión de motor eléctrico utilizados en rompehielos y en otras embarcaciones marítimas, de modo que están mejor adaptados para resistir las sacudidas de pérdida de velocidad en el tren motriz, causadas por la colisión del propulsor.

De acuerdo con la presente invención, según se describe en las reivindicaciones 1 y 7 independientes, un sistema de grupo motor comprende un propulsor, un tren motriz mecánico, un motor eléctrico, medios para controlar el par motor de salida del motor hacia el tren motriz, y medios de control de par motor motor de emergencia, comprendiendo los medios de control de par motor motor de emergencia:

medios para detectar la deceleración excesiva del motor, y

medios operativos para reducir o invertir el par motor aplicado al tren motriz mecánico por el motor si se detecta una deceleración excesiva.

De esta forma, la deceleración del motor se incrementa más allá que la del tren motriz, reduciendo con ello la sacudida en el propulsor y en el tren motriz si se impide excesivamente la rotación del propulsor. Se apreciará que en caso grave de que el propulsor golpee un obstáculo sólido subacuático, tal como un gran bloque de hielo, la invención protege la integridad del propulsor y del tren motriz mediante la reducción de la cantidad de energía rotacional almacenada transferida al obstáculo.

Los medios para controlar el par motor de salida del motor comprenden, con preferencia, un controlador de vector electrónico y medios para introducir una señal de referencia de par motor en el controlador, siendo la señal de referencia de par motor representativa de un par motor de salida de motor deseado. Con ello, los medios operativos para reducir o invertir el par motor aplicado al tren motriz mecánico por parte

del motor, pueden comprender convenientemente medios para cambiar la señal de referencia de par motor a un valor bajo o negativo.

Los medios para detectar la deceleración excesiva del motor pueden comprender medios para detectar la deceleración del motor, medios para comparar los valores de deceleración detectados con un valor de umbral representativo de una deceleración excesiva y medios para generar una señal indicativa de una deceleración excesiva si la deceleración detectada excede del valor de umbral.

Los medios para cambiar la señal de entrada de referencia de par motor a un valor bajo o negativo, pueden comprender medios para modificar o sustituir la señal de entrada de referencia de par motor con la recepción de la señal mencionada anteriormente, indicativa de la deceleración excesiva. En una realización preferida, los medios para la introducción de una señal de referencia de par motor en el controlador comprenden: (a) medios sumadores de señal, operativos para recibir una señal de referencia de par motor normal y una señal de referencia de par motor de emergencia, y para disponer en la salida la suma de las señales para el controlador, y (b) medios de conmutación, operativos para introducir la señal de referencia de par motor de emergencia en los medios sumadores de señal solamente cuando los medios de conmutación reciben la anterior señal indicativa de deceleración excesiva.

La invención también abarca un procedimiento de control de emergencia de un grupo motor, en el que un motor eléctrico impulsa un propulsor a través de un tren motriz mecánico, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

detectar una deceleración excesiva del motor, y
reducir o invertir el par motor que está siendo aplicado al tren motriz mecánico por el motor si se ha detectado una deceleración excesiva.

Otros aspectos de la invención resultarán evidentes a partir de la descripción y las reivindicaciones que siguen.

Breve descripción de los dibujos

Ahora se van a describir ejemplos de realización de la invención con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

La Figura 1 ilustra esquemáticamente una disposición de la técnica anterior de un tren motriz propulsor que emplea un acoplamiento de fluido;

La Figura 2 ilustra esquemáticamente un tipo conocido de sistema empujador en el que un motor eléctrico impulsa un propulsor a través de un tren motriz reductor mecánico, y

La Figura 3 es un diagrama de bloques simplificado de una realización de la invención adecuada para su uso junto con una disposición de empujador tal como la que se muestra en la Figura 2.

Descripción detallada de una realización preferida

Haciendo referencia a la Figura 3, la referencia 30 indica un motor eléctrico de a bordo con sus componentes eléctricos/electrónicos asociados. Se supone que los últimos incluyen un convertidor PWM (Modulación en Anchura de Pulso), para convertir la corriente eléctrica procedente de un generador (no representado), en una forma adecuada para energizar las bobinas de estator del motor eléctrico. El motor 30 impulsa un propulsor 31 a través de lo que podría ser un tren 32 motriz reductor complejo, tal como el mostrado en la Figura 2, pero que aquí se ha indicado sim-

plemente mediante porciones de un eje propulsor. En resumen, en esta realización de la invención, el par motor de salida del motor hasta el tren motriz, está controlado por un controlador 33 con respecto a una señal R_N de referencia de par motor normal o deseada, y a una señal R_E de referencia de par motor de emergencia. Cuando una deceleración A medida del motor excede un valor A_T de umbral de deceleración, la señal R_N de referencia de par motor normal es modificada o sustituida por la señal R_E de referencia de par motor de emergencia, y el controlador (33) indica al motor (30) que reduzca o invierta el par motor aplicado al tren motriz mecánico por el motor. De esta forma, se puede proteger la integridad del propulsor y del tren motriz si el propulsor golpea un obstáculo subacuático.

El par motor aplicado por el motor 30 eléctrico al tren 32 motriz durante la operación normal del sistema, está establecido por un tipo conocido de control de vector realizado por el controlador 33. El sistema hace uso de detección de posición de eje codificador, tal y como se conoce, para efectuar el control de vector del motor, también conocido en sí mismo. La información de posición de eje motor procedente de un codificador E , es utilizada para facilitar un control orientado de campo, de alto ancho de banda, en el controlador 33 de vector, el cual regula a su vez el par motor aplicado por el motor 30. Con ello, se produce una señal S de posición de eje motor mediante un codificador E (en de posición de eje (en sí conocido), y se introduce en el controlador 33 junto con una señal R_N de referencia normal que representa el hecho de que un par motor deseado sea producido por el motor. Estas entradas son utilizadas por el controlador para producir señales V de salida para activar el controlador PWM antes mencionado, por medio del cual se varía el par motor de salida del motor.

En todo momento durante la operación normal del sistema de propulsión, la relación de cambio de la velocidad del motor está monitorizada por el subsistema 34 de monitorización. En el software o en otro sistema, la señal S de posición de eje procedente del codificador E , se diferencia dos veces (d/dt^2). La primera diferenciación produce una señal R de velocidad rotacional de eje, que puede ser utilizada después como se describe en lo que sigue, y la segunda diferenciación produce una señal A de aceleración/deceleración rotacional de eje. Esta señal A se alimenta a un comparador 35, donde es comparada con una señal A_T de umbral de deceleración. A_T representa una deceleración excesiva de la velocidad del motor, indicativa de una obstrucción o colisión externa del propulsor, tal como el golpeo del propulsor con un gran bloque de hielo. Si el comparador 35 detecta que se ha excedido el umbral A_T de deceleración, el comparador dispara (por ejemplo, mediante software o mediante un conmutador 36 de hardware) la introducción de una señal R_E de referencia de par motor de emergencia hasta un nudo 37 sumador. La suma de la señal R_E con la señal R_N de referencia de par motor normal, produce una señal R_M de referencia de par motor modificada.

Alternativamente, la señal R_E de referencia de par motor de emergencia puede sustituir simplemente de forma temporal a la señal R_N de referencia normal, haciendo $R_M = R_E$.

Estableciendo la referencia R_E de par motor de referencia en un valor apropiado bajo o negativo, la

transferencia de energía rotacional almacenada en caso de obstrucción, se puede reducir. Por ejemplo, si con la detección de la obstrucción se establece la referencia R_E (o R_M si se modifica mediante la suma con R_N) de par motor de emergencia en deceleración máxima, la energía transferida al obstáculo se reducirá al mínimo. El sistema consigue, de manera efectiva, una reducción sintética de inercia de tren motriz.

Cuando el eje se detiene, o si la carga de hielo se separa, entonces cesará la rápida relación de caída de velocidad y podrá continuar la operación normal.

Se debe precisar que A_T o en su caso R_E , no necesitan ser valores fijos. Por ejemplo, R_E puede ser una característica de par motor/tiempo, y ambas o cualquiera de ellas puede ser programable para que varíe en función de una o más características de la impulsión, tal como la velocidad rotacional del eje inmediatamente anterior a que se active la deceleración. De esta forma, se podría conseguir el efecto de que cuanto mayor sea la velocidad del motor con anterioridad

al evento, mayor será el par motor de inversión aplicado al motor, y con ello mayor será el retardo aplicado al extremo motor del tren motriz propulsor para que actúe contra la sacudida de deceleración producida por la colisión del propulsor.

En el sistema anterior, el control de par motor del motor puede realizarse en bucle abierto o bien en bucle cerrado.

Se ha encontrado mediante una simulación, que el procedimiento de control de la invención reduce los niveles de fatiga mecánica en el eje propulsor típicamente en 2:1. Una de las ventajas de la invención consiste en que permitirá que se utilicen motores más rápidos, sin peligro de dañar el tren motriz. Obsérvese que los motores de alta velocidad son de coste más bajo que los motores de baja velocidad. También se pueden utilizar reductores y ejes de coste más bajo.

El procedimiento permite también que se utilice un par motor más alto a velocidades bajas para cargas aplicadas lentamente.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de grupo motor, que comprende un propulsor (31), un tren (32) motriz mecánico, un motor (30) eléctrico, y medios (33) para controlar el par motor de salida del motor hasta el tren motriz, que se **caracteriza** por medios (34) de control de par motor motor de emergencia que comprenden:

medios (35) para detectar una deceleración excesiva del motor, y

medios (36, 37) operativos para reducir o invertir el par motor aplicado al tren motriz mecánico por el motor si se detecta una deceleración excesiva.

2. Un sistema de grupo motor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los medios para controlar el par motor de salida del motor comprenden un controlador de vector electrónico y medios para la introducción de una señal de referencia de par motor en el controlador.

3. Un sistema de grupo motor de acuerdo con la reivindicación 2, en el que los medios operativos para reducir el par motor aplicado al tren motriz mecánico por el motor comprenden medios para cambiar la señal de referencia de par motor a un valor bajo o un valor negativo, respectivamente.

4. Un sistema de grupo motor de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que los medios para detectar la deceleración excesiva del motor comprenden medios para detectar la deceleración del motor, medios para comparar los valores de deceleración detectados con un valor de umbral que representa una deceleración excesiva, y medios para generar una señal indicativa de deceleración excesiva si una deceleración detectada supera el valor de umbral.

5. Un sistema de grupo motor de acuerdo con la reivindicación 4 como dependiente de la reivindicación 3, en el que los medios para cambiar la señal de entrada de referencia de par motor a un valor bajo o negativo, comprenden medios para modificar o sustituir la señal de entrada de referencia de par motor con la recepción de la señal indicativa de deceleración excesiva.

6. Un sistema de grupo motor de acuerdo con la reivindicación 5, en el que los medios para la introducción de una señal de referencia de par motor en el controlador, comprenden:

(a) medios sumadores de señal, operativos para recibir una señal de referencia de par motor normal y una señal de referencia de par motor de emergencia, y disponer a la salida la suma de las señales para el

controlador, y

(b) medios de conmutación operativos para introducir la señal de referencia de par motor de emergencia en los medios sumadores de señal cuando los medios de conmutación reciben la señal indicativa de deceleración excesiva.

7. Un procedimiento de control de emergencia de un grupo motor en el que un motor (30) eléctrico impulsa un propulsor (31) a través de un tren (32) motriz mecánico, que se **caracteriza** por las etapas de:

detectar una deceleración excesiva del motor, y

reducir o invertir el par motor que se está aplicando al tren motriz mecánico por parte del motor si se detecta una deceleración excesiva.

8. Un procedimiento de control de emergencia de un grupo motor de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el par motor de salida del motor está controlado por un controlador de vector electrónico de acuerdo con una señal de referencia de par motor introducida en el controlador.

9. Un procedimiento de control de emergencia de un grupo motor de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el par motor aplicado al tren motriz mecánico por parte del motor se reduce o se invierte mediante el cambio de la señal de referencia de par motor a un valor bajo o a un valor negativo, respectivamente.

10. Un procedimiento de control de emergencia de un grupo motor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que la deceleración excesiva del motor se detecta mediante la detección de la deceleración del motor, la comparación de los valores de deceleración detectados con un valor de umbral que representa una deceleración excesiva, y la generación de una señal indicativa de deceleración excesiva si la deceleración detectada supera el valor de umbral.

11. Un procedimiento de control de emergencia de un grupo motor de acuerdo con la reivindicación 10, cuando depende de la reivindicación 9, en el que la señal de entrada de referencia de par motor se cambia a un valor bajo o negativo modificando o sustituyendo la señal de entrada de referencia de par motor tras la recepción de la señal indicativa de deceleración excesiva.

12. Un procedimiento de control de emergencia de un grupo motor de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la señal de referencia de par motor se deriva sumando una señal de referencia de par motor normal y una señal de referencia de par motor de emergencia solamente cuando se detecta deceleración excesiva.

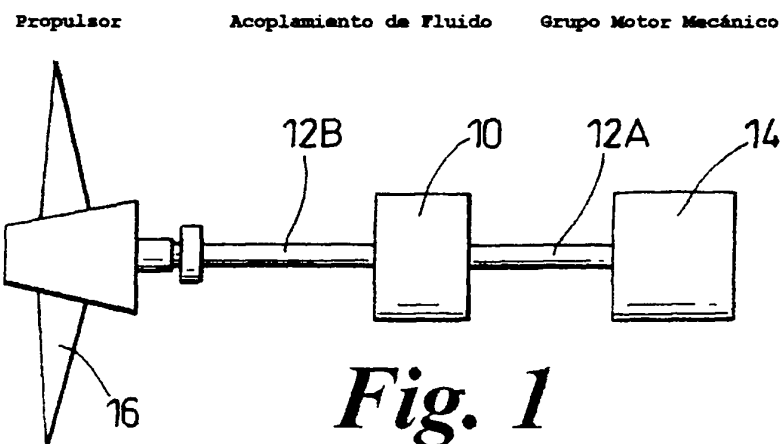


Fig. 1
(Técnica Anterior)

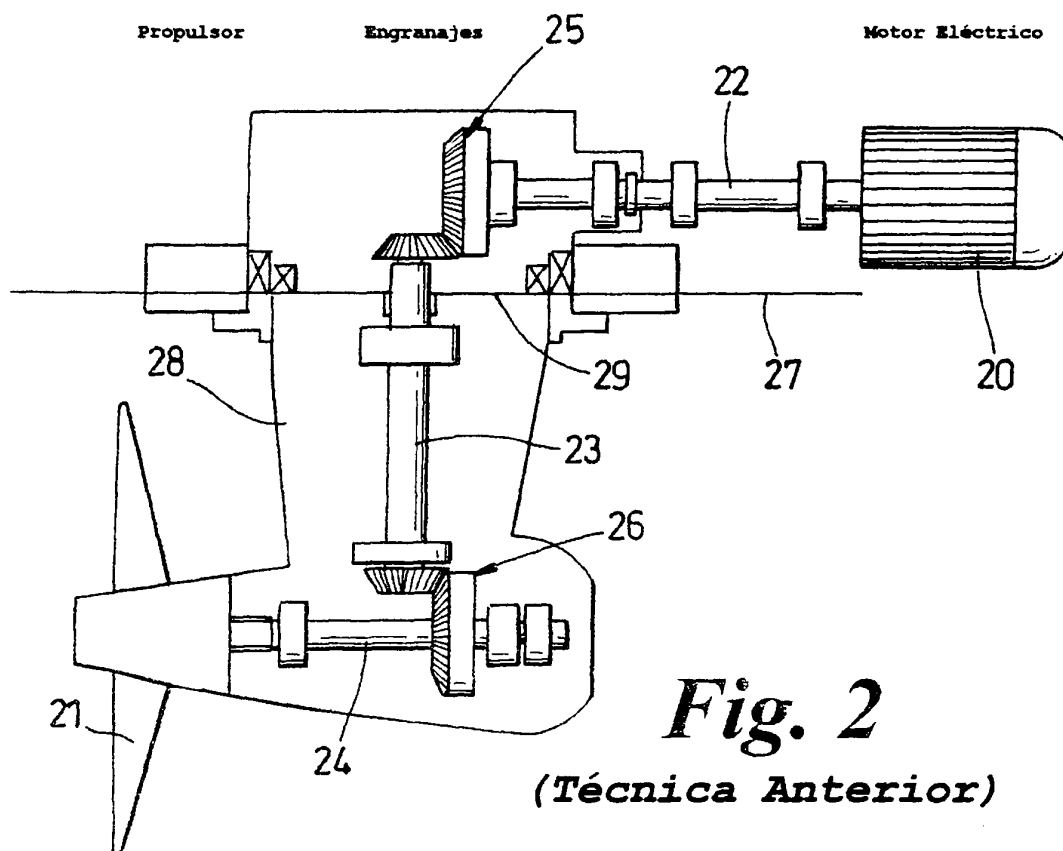


Fig. 2
(Técnica Anterior)

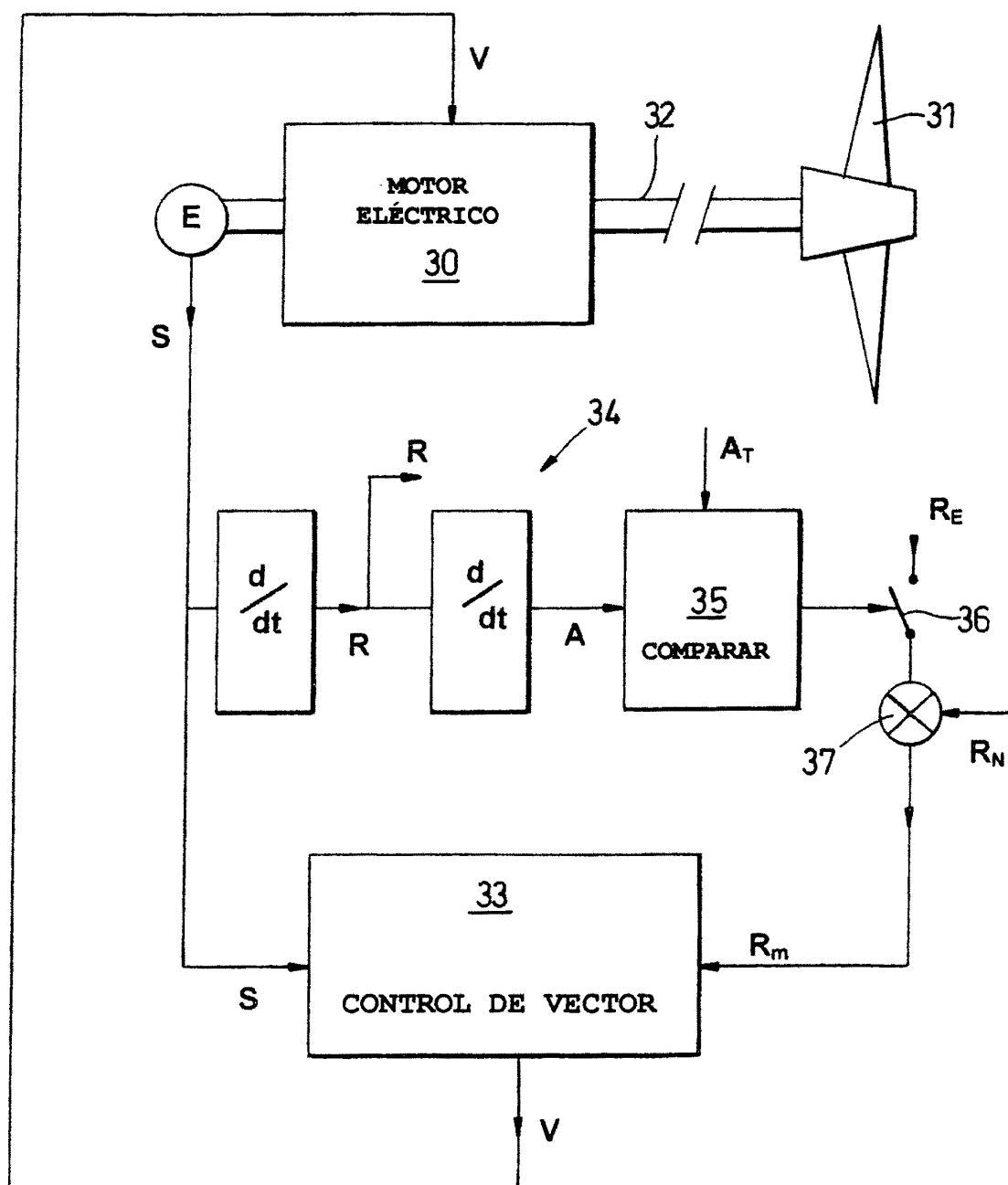


Fig. 3