

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 564 131**

51 Int. Cl.:

**B63G 8/08** (2006.01)

**B63H 23/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2012** **E 12714259 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.02.2016** **EP 2683605**

54 Título: **Procedimiento de operación de un submarino, así como submarino**

30 Prioridad:

**18.04.2011 DE 102011007599**

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

**18.03.2016**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München , DE**

72 Inventor/es:

**ECKERT, JÜRGEN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 564 131 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 operación de un submarino, así como submarino

La presente invención se relaciona con un procedimiento de operación de un submarino conforme al término genérico de la reivindicación 1 y/o un submarino conforme al término genérico de la reivindicación 8.

5 Un sistema de accionamiento de propulsión descrito en la WO 2004/068694 A1 para un submarino comprende una máquina eléctrica configurada como máquina síncrona con un rotor estimulado de manera permanentemente magnética y con un estator, en que se dispone un devanado del estator, que presenta un gran número de arrollamientos de fase, por ejemplo 24 arrollamientos de fase. Para cada uno de los arrollamientos de fase hay además en cada caso un inversor de pulso monofásico separado para la alimentación del arrollamiento de fase con corriente eléctrica. Los convertidores para la alimentación de los arrollamientos de fase están presentes en este caso en forma de módulos de conversión dentro de la máquina síncrona y se disponen en la dirección axial entre un cojinete del lado A y un cojinete del lado B en una estructura de fijación del convertidor. Los convertidores sobresalen además en un hueco, formado por un eje de la máquina síncrona y un buje del rotor portador del rotor, montado a prueba de torsión en el eje.

10  
15 Estos sistemas de accionamiento de propulsión del submarino gozan, debido a su alta compacticidad, de los bajos requerimientos de espacio asociados y debido al bajo ruido generado durante el funcionamiento de gran popularidad y son comercializados por ejemplo por el solicitante bajo el nombre de producto "SINAVY Permasyn".

El inversor de pulsos asociado a cada arrollamiento de fase es alimentado por una unidad de fuente de alimentación con energía eléctrica continua. Cada inversor de pulso tiene además generalmente dos semipuentes con en cada caso dos conmutadores semiconductores. Por medio de un dispositivo de control adecuado se activan los interruptores de tal manera que en los terminales de salida del convertidor de pulsos y, por tanto, en el arrollamiento de fase allí conectado se ajusta una tensión deseada. La tensión de salida del convertidor de pulsos se produce además como tensión diferencial de los potenciales de salida de los dos semi-puentes.

El motor muestra además dos modos de operación y/o rangos de operación:

25 a) Un primer rango de operación para una operación optimizada del motor respecto a efectividad y ruido acústico en el rango inferior de revoluciones del motor, en el que en cada caso dos de los arrollamientos de fase se conectan en serie a través de un estrangulador adicional y son alimentados por en cada caso un semi-puente del convertidor de pulso asignado a ambos arrollamientos de fase. Todas las conexiones en serie de arrollamientos de fase resultantes y alimentados desde un dispositivo de alimentación de tensión en corriente continua común se conectan entonces de nuevo en paralelo.

30 b) Un segundo rango de operación para un rango de revoluciones comparativamente mayor y para mayores potencias de accionamiento, en el que todos los arrollamientos de fase son alimentados por el convertidor de pulsos asociado a ellos en cada caso y además todos los arrollamientos de fase alimentados desde un dispositivo de alimentación de tensión en corriente continua común se conectan en paralelo.

35 Un circuito eléctrico para una conmutación de este tipo se describe por ejemplo en la EP 0334112 B1 y la DE 33 45 271 A.

Se puede determinar además un punto de operación, que cuando se alcanza se conmuta de la primera región a la segunda región operativa y viceversa. El punto de operación puede definirse por ejemplo mediante un valor umbral para un número de revoluciones del motor de accionamiento, donde este valor umbral está a su vez determinado por una corriente nominal máxima a través de la conexión en serie de los arrollamientos de fase.

40 Como en el caso de un buque o barco, la potencia de accionamiento y por lo tanto la corriente de carga está relacionada a través de la curva de la hélice con la velocidad del motor de accionamiento, se puede deducir una velocidad a partir de que se ha superado la corriente nominal admisible.

45 Cuando el motor esté en el primer rango de operación y supere el valor umbral para la velocidad, un dispositivo de control conmutará al motor de accionamiento al segundo rango de operación. Si el motor se encuentra por el contrario en el segundo rango de operación y se queda por debajo del valor umbral para la velocidad, el motor de accionamiento es conmutado por el dispositivo de control de la segunda región de operación a la primera región de operación.

50 A partir de esto, es objeto de la presente invención, en un procedimiento conforme al término genérico de la reivindicación 1 o un submarino conforme al término genérico de la reivindicación 8, permitir una operación lo más

larga posible del motor durante el primer rango de operación, es decir, por ejemplo, optimizado en términos de eficiencia y ruido acústico.

5 La solución del objeto orientado al procedimiento se logra conforme a la parte caracterizadora de la reivindicación 1 seleccionando para una trayectoria sobre el agua del submarino un punto de operación diferente para la conmutación que en una trayectoria submarina del submarino.

10 Esto se basa en el reconocimiento de que, hasta la fecha, el punto de operación para la conmutación tenía que derivarse de la curva de la hélice para la navegación de superficie, independientemente de la condición de marcha, ya que tiene una pendiente más pronunciada que la curva de la hélice para la navegación submarina y por lo tanto es más "crítica", es decir, conlleva con aumento de las velocidades corrientes más altas a través de los arrollamientos de fase que para navegación submarina. De la consideración de la condición de operación del submarino se pueden considerar también diferentes curvas de hélice asociadas a ello para la travesía de superficie y la submarina y puede deducirse, por consiguiente, tanto un punto de operación para la conmutación para travesía de superficie y un punto de operación distinto para la conmutación para travesía submarina. Puesto que el progreso de la curva de la hélice para una navegación bajo el agua es más plano que el de la curva de la hélice para navegación de superficie, hay una gama de velocidad en la que el motor se encuentra en el caso de una travesía submarina todavía en la primera región de operación, pero en caso de una travesía de superficie en el segundo rango de operación. Con el procedimiento conforme a la invención puede alargarse por consiguiente para el caso de travesía submarina la operación en el primer rango de operación, es decir por ejemplo optimizado con respecto a la eficiencia y el ruido acústico. Una ventaja particular es en este contexto es que esto es posible sin que sea necesario tener que realizar cambios constructivos importantes en el motor.

20 Preferiblemente, la primera región de operación es una región en la que el motor de accionamiento está optimizado con respecto a su eficiencia y su ruido acústico.

25 El punto de operación para conmutación puede definirse de manera particularmente simple mediante un valor de umbral para una velocidad de rotación del motor de accionamiento. Sin embargo, son también posibles valores de umbral para otros parámetros de funcionamiento.

El valor umbral para la velocidad de rotación puede derivarse de un valor de umbral para una corriente nominal admisible máxima a través del respectivo número de arrollamientos de fase conectados en serie, es decir, mediante la conexión en serie de los arrollamientos de fase, y una curva de la hélice.

30 El estado de navegación puede determinarse particularmente fácil mediante una detección de la profundidad del submarino. Para este fin, hay varias posibilidades conocidas para los expertos. Preferiblemente, la detección de la profundidad se lleva a cabo por un sistema de automatización de nivel superior.

En una ordenación constructiva particularmente simple, los arrollamientos de fase están conectados a través de dos semipuentes a un dispositivo de suministro de tensión de CC.

35 Para facilitar la producción de la conexión en serie del respectivo número de arrollamientos de fase se pueden conectar en cada caso dos semipuentes de estos arrollamientos de fase mediante en cada caso un elemento de conmutación.

La solución del objeto enfocado al submarino se consigue según la parte caracterizadora de la reivindicación 8, porque el dispositivo de control está diseñado de manera que seleccione un punto de operación diferente para la conmutación para una travesía en superficie del submarino que para una travesía submarina del submarino.

40 Conforme a una ordenación ventajosa del submarino, el primer rango de operación es un intervalo en el que el motor de accionamiento está optimizado respecto a su efectividad y su ruido acústico.

Preferiblemente, el punto de funcionamiento queda definido por un valor umbral para una velocidad de rotación del motor de accionamiento.

45 Ventajosamente, el valor umbral para la velocidad se deriva de un valor de umbral para un máximo de corriente nominal admisible a través del respectivo número de arrollamientos de fase conectados en serie y una curva de la hélice.

Los arrollamientos de fase están conectados ventajosamente a través de en cada caso dos semi-puentes a un dispositivo de suministro de tensión de corriente continua.

Conforme a otra ordenación favorable para la conexión en serie del respectivo número de arrollamientos de fase se pueden conectar en cada caso dos semipuentes de estos arrollamientos de fase mediante en cada caso un elemento de conmutación.

5 Las ventajas mencionadas para el procedimiento conforme a la invención y sus configuraciones ventajosas se aplican correspondientemente al submarino y sus respectivas configuraciones ventajosas.

La invención y configuraciones ventajosas de la invención de acuerdo con las características de las reivindicaciones dependientes se explican a continuación en más detalle en base a los ejemplos de ejecución en las figuras; donde muestran:

10 Figura 1 una sección parcial de un modo de operación de principio de un sistema de accionamiento de propulsión para un submarino con una máquina síncrona excitada de forma magnéticamente permanente y convertidores de pulso dispuestos dentro de la carcasa de la máquina,

Figura 2 un submarino con un sistema de accionamiento de propulsión de la figura 1,

Figura 3 una representación de principio de una distribución de arrollamientos de fase y convertidores de pulso del motor de accionamiento de la figura 1,

15 Figura 4 una representación de principio de la alimentación de dos arrollamientos de fase en paralelo y en serie y

Figura 5 un diagrama con las curvas de la hélice para la navegación de superficie y bajo el agua.

20 La figura 1 muestra en forma de principio, en sección parcial, un sistema de accionamiento de propulsión de submarino 1, que - como se muestra en la figura 2 - está generalmente dispuesta en la popa 102 de un submarino 100 y que acciona una hélice 101 para impulsar el submarino 100. En el caso del submarino 100 se trata, por ejemplo, de un submarino convencional tripulado con una tripulación de 20 a 50 hombres. El sistema de accionamiento de propulsión 1 tiene, por ejemplo, una potencia de 0,5 a 2 MW.

25 El sistema de accionamiento de propulsión del submarino 1 incluye un motor de accionamiento 2 configurado como máquina síncrona, con un rotor excitado de modo magnéticamente permanente 3 y un estator 4 con una bobina de estator 5. El devanado del estator 5, como se deduce en particular de la representación de principio en la figura 3, se divide en un gran número de arrollamientos de fase 6, 6', de los cuales en el caso del devanado del estator 5 mostrado en principio en la Fig 3, se prevén 24 arrollamientos de fase 6, 6'.

30 El motor de accionamiento 2 comprende una carcasa de la máquina 10, que encierra un espacio interior 19, en el que están dispuestos el rotor 3 y el estator 4. La carcasa de la máquina 10 está formada en la dirección axial, es decir, en la dirección del eje de rotación del eje de la máquina 9 por un cojinete 11 del lado A y un cojinete 12 del lado B

Para cada uno de los arrollamientos de fase 6, 6' hay además en cada caso un convertidor de pulsos monofásico separado 7 para la alimentación del respectivo arrollamiento de fase 6, 6' con corriente eléctrica (véase la figura 3). La conexión de cada arrollamiento de fase 6, 6' individual a su convertidor asociado 7 se efectúa además por medio de líneas de conexión 8.

35 Los convertidores 7, que alimentan la bobina de estator 5, están dentro del motor 2 entre el cojinete del lado A 11 y el cojinete del lado B 12, dispuestos en un armazón de fijación del convertidor 13 y están situados en módulos de convertidor 14. Los módulos de convertidor 14 sobresalen además en un espacio intermedio 20 formado entre el eje 9 del motor 2 y un buje del rotor 21 fijado allí a prueba de torsión configurado en forma de campana y portando el rotor 3. En lugar de un buje de rotor en forma de campana 21 también se puede utilizar un buje del rotor en forma de T, mediante el que se forma en ambos lados del eje del rotor 9 en cada caso un espacio intermedio 20, en que sobresalen los módulos de convertidor 14.

40 En el ejemplo de ejecución mostrado en la FIGURA 3 se combinan en cada caso dos de los convertidores configurados como inversores7, o sea los convertidores WR101 y WR102, los convertidores WR103 y WR104, los convertidores WR105 y WR106, los convertidores WR107 y WR108, los convertidores WR109 y WR110, los convertidores WR111 y WR112, los convertidores WR201 y WR202, los convertidores WR203 y WR204, los convertidores WR205 y WR206, los convertidores WR207 y WR208, los convertidores WR209 y WR210 y los convertidores WR211 y WR212 en un módulo de convertidor 14.

45 Los seis módulos de convertidor 14 para la alimentación de los arrollamientos de fase 6 están conectados a través de un cable de conexión 15 previsto para ello a una subred 17 de un dispositivo de suministro de tensión de corriente continua de un submarino, aquí una red de a bordo de corriente continua del submarino. Los seis módulos

de convertidor 14 para la alimentación de los arrollamientos de fase 6 se conectan a través de un cable de conexión 16 para ellos previsto a una subred de 18 del dispositivo de suministro de tensión de corriente continua.

En lugar de dos convertidores 7 por cada módulo inversor 14, se pueden combinar más de dos convertidores 7 en un módulo de convertidor.

- 5 El motor tiene además un primer rango de operación, en el que cada dos de los arrollamientos de fase 6 y/o 6' se conectan en serie, y un segundo rango de operación en el que todos los arrollamientos de fase 6 y/o 6' se conectan en paralelo.

10 El diagrama esquemático de la figura 4 muestra como ejemplo para los convertidores WR101 y WR102 la alimentación de los respectivos arrollamientos de fase asociados 6. También existe una funcionalidad correspondiente para los otros convertidores o pares de convertidores del sistema de accionamiento 1.

Los convertidores WR101 y WR102 se conectan a través de conductores de corriente y tensión 15, 15' con potencial positivo +UDC y/o con potencial negativo -UDC al dispositivo de alimentación de tensión en corriente continua 17.

15 Los convertidores de pulso monofásicos WR101 y WR102 presentan en cada caso dos semipuentes W1, W1' y/o W2, W2'. Cada uno de los semipuentes W1, W1', W2, W2' muestra en cada caso un conmutador semiconductor dispuesto en una rama de entrada y un conmutador semiconductor dispuesto en una rama de salida (por ejemplo, en forma de IGBT). En el caso de los semi-puentes W1 y W1', estos son los interruptores SE1 y SA1 o SE1' y SA1'. En el caso de los semi-puentes W2 y W2', estos son los interruptores SE2 y SA2 y/o SE2' y SA2'. Además, el índice "E" representa en cada caso un interruptor dispuesto en una rama de entrada y el índice "A" uno dispuesto en una rama de salida.

20 Por medio de un dispositivo de control 30 adecuado para cada uno de los convertidores WR101, WR102, se activan los interruptores SE1, SA1, SE1 'SA1' o SE2, SA2, SE2', SA2' de manera que en los terminales de salida de los convertidores WR101 y WR102 y por lo tanto en los arrollamientos de fase 6 allí conectados se ajuste una tensión deseada.

25 El arrollamiento de fase 6 asignado al convertidor WR101 puede separarse además por medio de un interruptor S1 del segundo semipuerto W1' del convertidor WR101 y el arrollamiento de fase 6 asignado al convertidor WR102 puede separarse por medio de un interruptor S2 del primer semipuerto W2 del convertidor WR102. Aparte de esto puede conectarse por medio de un interruptor S3 el arrollamiento de fase 6 asignado al convertidor WR101 a través de una vía conductora 31, en que se conecta un estrangulador adicional 32, en serie con el arrollamiento de fase 6, asignado al convertidor WR102. Ambos arrollamientos de fase 6 se pueden alimentar por consiguiente en una  
30 conexión en serie a través del primer semipuerto W1 del primer convertidor WR101 y el segundo semipuerto W2' del segundo convertidor WR102 con energía eléctrica. El estrangulador adicional 32 sirve para suavizar la corriente para evitar armónicos y de este modo momentos pendulares causado del motor.

Por medio de los dispositivos de accionamiento 30, se activan los interruptores SE1, SE2 y SA1', SA2' de modo que en la conexión en serie de los arrollamientos de fase 6 se ajuste una tensión deseada.

35 Cuando los dos arrollamientos de fase 6 operan en la conexión en serie, el motor de accionamiento está en un primer rango de operación para una operación del motor optimizada respecto a la efectividad y al ruido acústico.

Cuando se abre el interruptor 3 y los interruptores S1 y S2 están cerrados, cada arrollamiento de fase 6 es alimentado por su convertidor asociado WR101 y/o WR102. Entonces todos los arrollamientos de fase están conectados en paralelo y el motor de accionamiento 2 está en un segundo rango de operación.

40 Un dispositivo de control 40 se utiliza para conmutar el motor de accionamiento 2 desde el primer rango de operación al segundo rango de operación y/o viceversa, cuando el motor de accionamiento 2 llega a un punto de operación definido. El dispositivo de control 40 detecta para esto, de un sistema de automatización del submarino 100, información sobre el estado de navegación del submarino 100 (por ejemplo, en forma de información de la profundidad T del submarino) y la velocidad n de rotación del motor de accionamiento 2, y da en función de esta  
45 información ordenes de control a los dispositivos de accionamiento 30, los convertidores WR101 y WR102, así como a los interruptores S1, S2, S3.

El dispositivo de control 40 está diseñado de tal manera que en navegación de superficie del submarino sirva un punto de operación diferente para la conmutación que en una navegación submarina del submarino.

El punto de operación para la conmutación está definido en el ejemplo de ejecución por un valor umbral para la velocidad de rotación del motor de accionamiento 2. Este valor umbral queda a su vez determinado por la corriente nominal admisible que fluye a través de los arrollamientos de fase 6 conectados en serie. La corriente nominal admisible está a su vez determinada en gran medida por la intensidad máxima admisible del estrangulador 32.

5 Como se muestra en la figura 5, para un barco o barca la potencia de accionamiento  $P$ , y por lo tanto la corriente de carga relaciona la curva de la hélice con la velocidad de rotación  $n$  del motor de accionamiento. Además, con  $P_s$  se designa una curva de hélice de navegación de superficie, y con  $P_t$  una curva de hélice para una navegación submarina. Por lo tanto, se puede deducir una velocidad a partir de la que se excede la corriente nominal admisible máxima. Además, se reconoce, sin embargo, si el submarino está en navegación de superficie o submarina. Para  
 10 navegación de superficie puede derivarse de la curva de hélice  $P$  para navegación de superficie, para una potencia de accionamiento máxima asignada a la corriente máxima, una velocidad máxima  $n_{s,max}$  para una operación del motor 2 en el primer rango de operación. En consecuencia, para una navegación bajo el agua, a partir de la curva de la hélice  $P_t$  para una navegación bajo el agua para una potencia de accionamiento máxima  $P_{max}$  asignada a la corriente máxima, puede derivarse una velocidad máxima  $n_{t,max}$  para la operación del motor en el primer rango de  
 15 operación. Los valores umbrales,  $n_{s,max}$  y  $n_{t,max}$  se almacenan en el dispositivo de control 40. Para velocidades  $n < n_{s,max}$  y/o  $n_{t,max}$ , el motor 2 se encuentra entonces en el primer rango de operación y para velocidades  $n > n_{s,max}$  o  $n_{t,max}$  el motor 2 se encuentra entonces en el segundo rango de operación.

20 Cuando el motor 2 está en el primer rango de operación, el aparato de control 40 induce en el caso de navegación de superficie a velocidades crecientes al alcanzar las velocidades  $n_{s,máx}$  y en el caso de navegación bajo el agua al alcanzar la velocidad  $n_{t,max}$ , la conmutación pasa al segundo rango de operación.

Si el motor se encuentra por el contrario en el segundo rango de operación, el dispositivo de control 40 induce para velocidades en disminución en el caso de navegación de superficie al alcanzar una velocidad  $n_{s,máx}$  y en el caso de navegación bajo el agua al alcanzar la velocidad  $n_{t,max}$ , la conmutación pasa al primer rango de operación.

25 Dado que la curva de la hélice  $P_s$  para navegación de superficie discurre más pronunciada que la curva de la hélice  $P_t$  para navegación bajo el agua, es  $n_{t,max} > n_{s,máx}$ . Al tener en cuenta la condición de operación del submarino 100 puede posibilitarse por lo tanto en navegación bajo el agua para velocidades del orden de  $n_{s,máx}$  a  $n_{t,máx}$  todavía una operación en el primer rango de operación, cosa que ya no es posible en la navegación de superficie.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento de operación de un submarino (100), que presenta un motor de accionamiento alimentado por un inversor de pulso (2) con un devanado (5), que se subdivide en varios arrollamientos de fase (6,6'), donde el motor (2) presenta un primer rango de operación, en el que en cada caso un número de arrollamientos de fase (6,6'), preferentemente en cada caso dos arrollamientos de fase (6,6'), se conectan en serie, y un segundo rango de operación, en el que los arrollamientos de fase (6,6') se conectan en paralelo, y donde se define un punto de operación ( $n_{s,max}$ ;  $n_{t,max}$ ), que al alcanzarse se conmuta del primer rango de operación al segundo rango de operación y/o a la inversa, caracterizado porque para una trayectoria sobre el agua del submarino se selecciona un punto de operación para la inversión diferente que para una trayectoria submarina del submarino.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el primer rango de operación es un rango, en el que el motor de accionamiento (2) está optimizado respecto a su eficiencia y sus ruidos acústicos.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque el punto de operación queda definido por un valor umbral para un número de revoluciones del motor de accionamiento (2).
- 15 4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque el valor umbral para el número de revoluciones deriva de un valor umbral para una corriente nominal máxima mediante el respectivo número de arrollamientos de fase conectados en serie (6,6') y una curva de hélice ( $P_s$ ,  $P_t$ ).
5. Procedimiento según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque el estado de marcha está determinado por la detección de la profundidad de inmersión del submarino.
- 20 6. Procedimiento según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque los arrollamientos de fase (6,6') se conectan por en cada caso dos semipuentes ( $W_1$ ,  $W_1'$  y/o  $W_2$ ,  $W_2'$ ) a un dispositivo de alimentación de tensión en corriente continua.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque para la conexión en serie del respectivo número de arrollamientos de fase (6,6') en cada caso dos semipuentes ( $W_1$ ,  $W_1'$  y/o  $W_2$ ,  $W_2'$ ) estos arrollamientos de fase (6,6') están conectados por en cada caso un elemento de conmutación.
- 25 8. Submarino (100) con un motor de accionamiento alimentado por un inversor de pulso (2), que presenta un devanado (5), que se subdivide en varios arrollamientos de fase (6,6'), donde el motor (2) presenta un primer rango de operación, en el que en cada caso un número de arrollamientos de fase (6,6'), preferentemente en cada caso dos arrollamientos de fase (6,6'), se conectan en serie, y un segundo rango de operación, en el que los arrollamientos de fase (6,6') se conectan en paralelo, y con un dispositivo de control (40) para conmutar el motor de accionamiento (2)
- 30 del primer rango de operación al segundo rango de operación y/o a la inversa, cuando el motor de accionamiento (2) alcance un punto de operación definido ( $n_{s,max}$ ;  $n_{t,max}$ ), caracterizado porque el dispositivo de control (40) se configura de tal manera, que para una trayectoria sobre el agua del submarino (100) seleccione un punto de operación para la inversión diferente que para una trayectoria submarina del submarino (100).
- 35 9. Submarino (100) según la reivindicación 8, caracterizado porque el primer rango de operación es un rango, en el que el motor de accionamiento (2) está optimizado respecto a su eficiencia y sus ruidos acústicos.
10. Submarino (100) según la reivindicación 8 o 9, caracterizado porque el punto de operación se define mediante un valor umbral para un número de revoluciones del motor de accionamiento (2).
- 40 11. Submarino (100) según la reivindicación 10, caracterizado porque el valor umbral para el número de revoluciones deriva de un valor umbral para una corriente nominal máxima mediante el respectivo número de arrollamientos de fase conectados en serie (6,6') y una curva de hélice ( $P_s$ ,  $P_t$ ).
12. Submarino (100) según al menos una de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado porque los arrollamientos de fase (6,6') se conectan a través de en cada caso dos semipuentes ( $W_1$ ,  $W_1'$  y/o  $W_2$ ,  $W_2'$ ) a un dispositivo de alimentación de tensión en corriente continua (17).
- 45 13. Submarino (100) según la reivindicación 12, caracterizado porque para la conexión en serie del respectivo número de arrollamientos de fase (6,6') se conectan en cada caso dos semipuentes ( $W_1$ ,  $W_2'$ ) de estos arrollamientos de fase (6,6') mediante en cada caso un elemento de conmutación (S3).

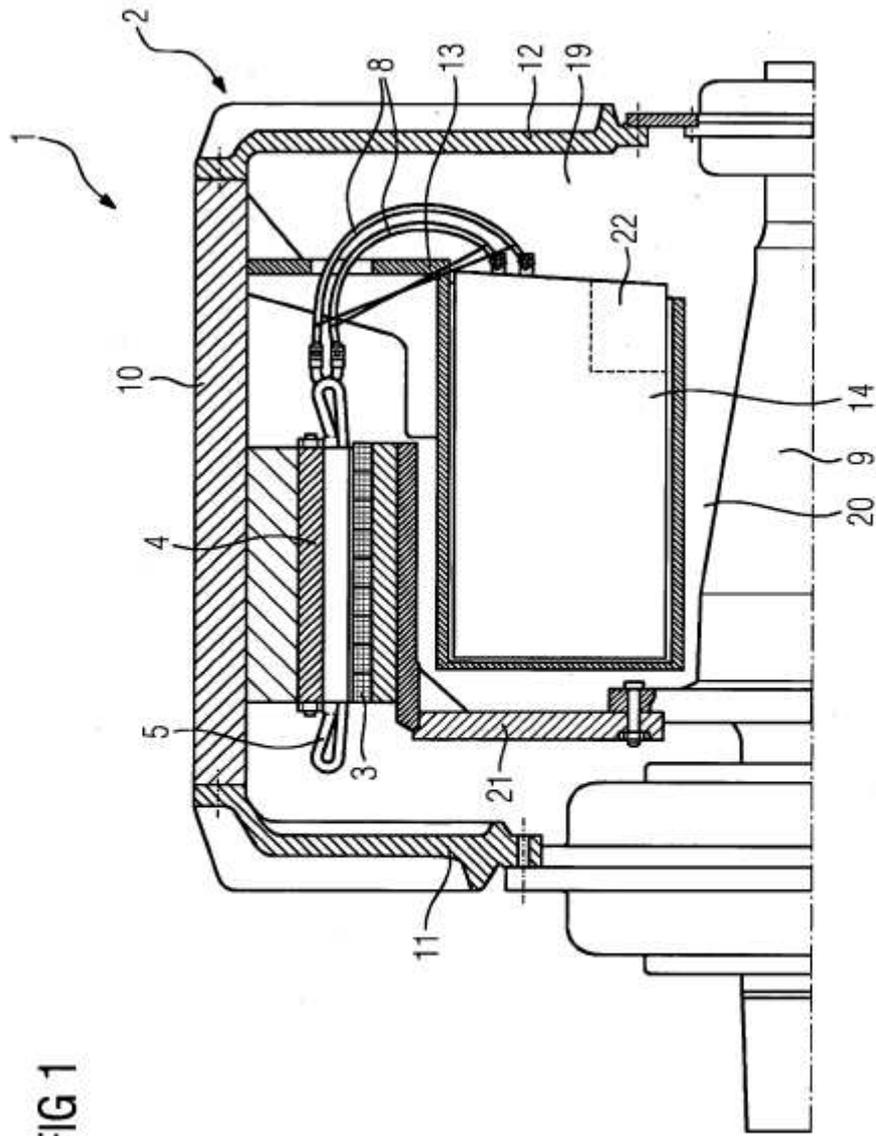


FIG 2

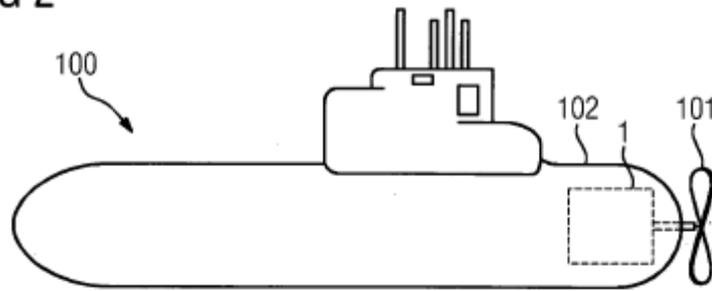


FIG 3

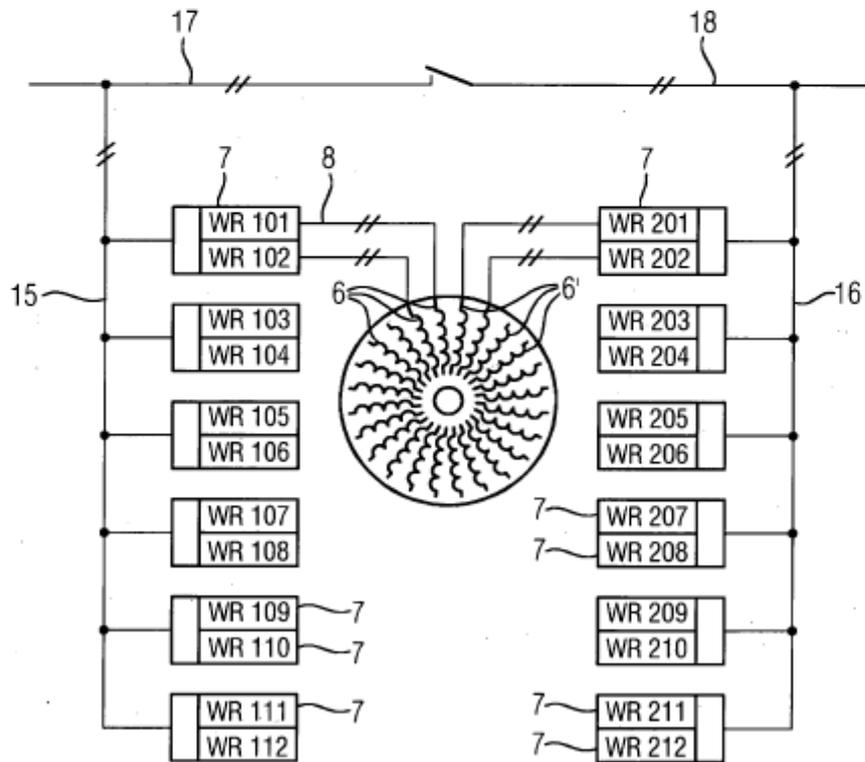


FIG 4

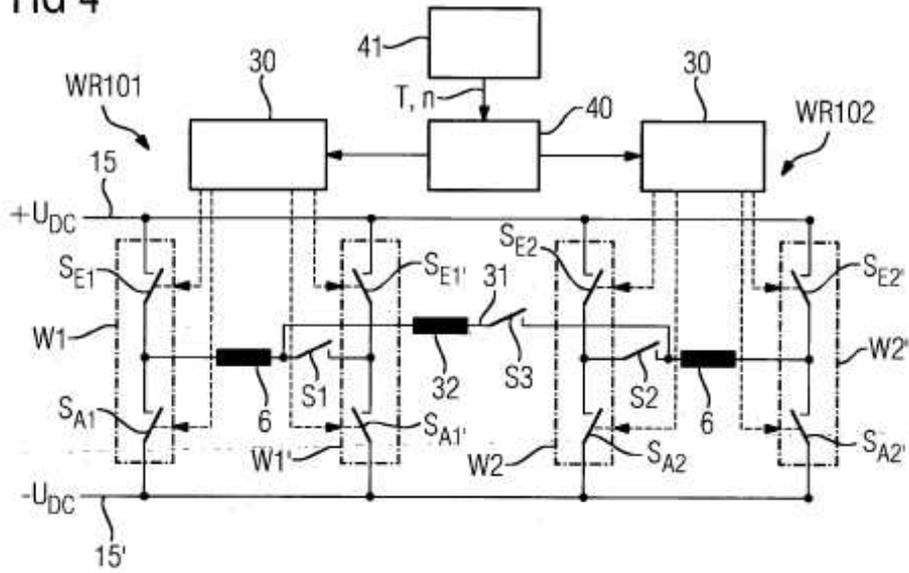


FIG 5

