

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 596 352**

51 Int. Cl.:

F03D 9/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2007** **E 07014634 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016** **EP 1895158**

54 Título: **Procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica con un alternador sincrónico y un engranaje de superposición**

30 Prioridad:

31.08.2006 DE 102006040930

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.01.2017

73 Titular/es:

**NORDEX ENERGY GMBH (100.0%)
Langenhorner Chaussee 600
DE-22419 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**NITZPON, JOACHIM y
WOLDMANN, THOMAS-PAUL**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 596 352 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 para el funcionamiento de una instalación de energía eólica con un alternador sincrónico y un engranaje de superposición.

La presente invención se refiere a un procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica con un alternador sincrónico y un engranaje de superposición.

En un artículo sinóptico "Drehzahlvariable Windkraftanlagen mit elektrisch geregelter Überlagerungsgetriebe" de P. Caselitz y col., cinta de conferencia "DEWEK '92", págs. 171 a 175 se describe el uso de engranajes de superposición con regulación eléctrica para el funcionamiento con un número de revoluciones variable de instalaciones de energía eólica. Caselitz y col. explican que con este concepto, la variabilidad del número de revoluciones no se realiza en la parte eléctrica, sino en la parte mecánica de la instalación. Para ello, se prevé un engranaje de superposición que posee un tercer árbol, a través del que se puede variar la relación de número de revoluciones entre el rotor y el alternador en la instalación de energía eólica. La relación entre los números de revoluciones de los tres árboles se puede resumir de la siguiente manera:

$$i_1\omega_R - i_2\omega_c - \omega_G = 0,$$

donde i_1 e i_2 son relaciones de transmisión predeterminadas por la construcción y ω_R designa el número de revoluciones del rotor, ω_c designa el número de revoluciones en el tercer árbol del engranaje de superposición y ω_G designa el número de revoluciones del alternador. Para el accionamiento del tercer árbol del engranaje de superposición, generalmente se usa un accionamiento eléctrico. El uso de una máquina asíncrona, alimentada por un convertidor de corriente, con un rotor de jaula, es propuesto por Caselitz y col.

En la presente ecuación se puede ver directamente que cuando está conectado el alternador con un número de revoluciones ω_G constante se puede compensar una velocidad de rotor $\omega_R(t)$ variable, por ejemplo a causa de condiciones de viento variables y otras condiciones límite, mediante una adaptación del número de revoluciones en el tercer árbol, siendo conducido un par a través de un tercer árbol al alternador o del rotor al tercer árbol.

Por el documento DE10361443B4 se dio a conocer una instalación de energía eólica que presenta un alternador de número de revoluciones constante, acoplado a la red. Para el control de la instalación de energía eólica, en la zona de carga parcial está previsto un regulador con tres niveles de regulación. En el primer nivel de regulación, el árbol de entrada de un engranaje de ramificación de potencia es accionado por el rotor eólico. En una rama de potencia está previsto un transformador de ajuste hidrodinámico con rueda directriz y palas directrices. Además, está previsto un elemento de reacción en una rama de potencia que causa un reflujo de potencia a través de otra rama de potencia al engranaje de ramificación de potencia. Como ventajas de esta forma de realización de una instalación de energía eólica se indica una regulación mejorada en una instalación de energía eólica con un engranaje de superposición.

Por el documento DE10357292B4 se dio a conocer un procedimiento para el control de la cadena cinemática de una instalación de energía eólica con control del número de revoluciones, realizándose el control del número de revoluciones a través de un engranaje de ramificación de potencia y un transformador de ajuste hidrodinámico. El transformador de ajuste hidrodinámico comprende una rueda de bomba, una rueda de turbina y un elemento de reacción ajustable y permite así una regulación con control del número de revoluciones de la instalación de energía eólica con un número de revoluciones constante para el alternador eléctrico.

Por el documento EP1283359A1 se dio a conocer una instalación de energía eólica con un engranaje de superposición. El árbol de regulación para el ajuste de la relación de transmisión en el engranaje de superposición es accionado por una máquina eléctrica para mantener constante o dentro de un intervalo determinado un número de revoluciones en el alternador. Para este fin, la máquina eléctrica también se puede hacer funcionar tanto por alternador como por motor.

Por el documento US4.613.763 se dio a conocer una instalación de energía eólica en la que a través de un acoplamiento centrífugo, un árbol de rotor y un árbol de alternador se desacoplan uno de otro.

La invención tiene el objetivo de proporcionar un procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica que con medios sencillos permita un alto grado de compatibilidad con la red y de disponibilidad de red y que permite una estabilización de la red independientemente de la velocidad de viento existente actualmente.

Según la invención, el objetivo se consigue mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1. Formas de realización ventajosas son objeto de las reivindicaciones subordinadas.

El procedimiento según la invención sirve para el funcionamiento de una instalación de energía eólica equipada con un engranaje de superposición y un alternador sincrónico. La relación de transmisión entre el rotor y el alternador es ajustada en el engranaje de superposición por una unidad de control. La unidad de control posee preferentemente

un accionamiento eléctrico para proporcionar el par necesario o el número de revoluciones necesario en el engranaje de superposición. Pero también pueden estar previstas otras unidades de control como por ejemplo unidades de control hidrodinámicas o hidrostáticas. Según la invención, para la unidad de control está previsto un modo de funcionamiento en el que el alternador está conectado a la red eléctrica y está desacoplado del rotor a través del engranaje de superposición. Para el rotor desacoplado, el número de revoluciones se puede elegir libremente en función del viento y de otras condiciones. Además, el rotor por ejemplo se puede detener. Por lo tanto, el engranaje de superposición no sólo se emplea para compensar variaciones del número de revoluciones en el rotor, sino también para hacer funcionar el alternador de forma totalmente independiente del rotor. En este modo de funcionamiento, se suprime la conexión del alternador sincrónico que frecuentemente conlleva perturbaciones de la red eléctrica. Cuando vuelve a aumentar la velocidad de viento después de una separación entre el rotor y el alternador, a través del engranaje de superposición se puede volver a conectar el rotor sin tener que volver a conectar el alternador a la red. El modo de funcionamiento según la invención se usa para hacerse funcionar como desfaseador para la red. El alternador sincrónico puede ser excitado para recibir potencia reactiva de la red o para alimentar potencia reactiva a la red. De esta manera, es posible estabilizar redes de alimentación eléctricas. Una ventaja especial consiste en que una estabilización de la red puede realizarse independientemente de la velocidad de viento existente actualmente, ya que por el engranaje de superposición, el rotor se puede desacoplar del alternador.

En el procedimiento según la invención, preferentemente está previsto un alternador sincrónico que es excitado por una unidad de excitación. El alternador sincrónico permite regular o ajustar, mediante un control de su excitación, la parte de potencia reactiva alimentada a la red.

En una forma de realización preferible del procedimiento según la invención está previsto que al quedar debajo de un valor determinado para la velocidad de viento o para la potencia eléctrica generada por el alternador, el rotor se desacopla mecánicamente del alternador a través del engranaje de superposición y el alternador sincrónico permanece unido eléctricamente a la red. Por este estado de funcionamiento se evita un acoplamiento y desacoplamiento demasiado frecuente del alternador a o de la red, de manera que en la red también se producen sólo con poca frecuencia impulsos perturbadores del alternador sincrónico debido a la conmutación.

En otra forma de realización preferible, como respuesta a una señal, el rotor se desacopla del árbol de alternador a través del engranaje de superposición, y la potencia reactiva generada por el alternador se alimenta a la red. La señal puede ser predeterminada por una compañía eléctrica externa o por un control de parque para varias instalaciones de energía eólica. También puede estar previsto que un control de parque o un control individual genere la señal cuando en el punto de conexión de red se produce una desviación demasiado fuerte de valores de referencia para la corriente, la tensión y/o la fase.

En otra forma de realización conveniente está prevista una máquina eléctrica adicional que preferentemente se puede acoplar al alternador. A continuación, el procedimiento según la invención se describe en detalle con la ayuda de ejemplos. Muestran:

- la figura 1 una vista esquemática de la cadena cinemática de una instalación de energía eólica con un engranaje de superposición y un accionamiento eléctrico para el árbol de regulación,
- la figura 2 una vista esquemática de la instalación de energía eólica de la figura 1 con un accionamiento adicional por electromotor para la aceleración del alternador,
- la figura 3 una vista esquemática de una cadena cinemática con un engranaje de superposición, estando unido el árbol de regulación, a través de una unidad de regulación hidrostática, al árbol de alternador, y
- la figura 4 la cadena cinemática de la figura 3 con una unidad de regulación hidrodinámica.

La figura 1 representa esquemáticamente un rotor 10 que transforma las fuerzas del viento en parte en un par. A través de un árbol de rotor 12, el par del rotor 10 se transmite a un engranaje principal 13 y a un engranaje de superposición 14. El engranaje de superposición 14 posee un árbol de salida 16 acoplado al alternador sincrónico 17. El tercer árbol 20 del engranaje de superposición 14 está acoplado a un motor 22. Con vistas al flujo de los pares es válido que el par del árbol de salida 16 presente en el alternador está compuesto por el par entrante al engranaje de superposición 14 que corresponde al par en el árbol de salida del engranaje principal y del árbol de rotor 12, y por el par del motor 22, introducido adicionalmente a través del tercer árbol 22, o en un caso especial, por el par tomado del engranaje de superposición 14 a través del árbol 20. En esta última forma de realización, se divide el par entrante al engranaje de superposición.

Como alternador 17 está previsto un alternador sincrónico conectado a una unidad de excitación 24. No está representado, pero es posible, prever un circuito intermedio de corriente continua, a través del que la potencia generada entra a la red.

Tanto el motor 22 como la unidad de excitación 24 deben ser controlados por una unidad de control central que excita por ejemplo un rectificador de corriente 28 para el motor 22 para aplicar el par correspondiente en el engranaje de superposición 14 a través del tercer árbol. También la unidad de excitación 24 para el alternador sincrónico es excitado por la unidad de control. Una compañía eléctrica no representada en la invención puede definir señales de control correspondientes para la unidad de control.

En el procedimiento según la invención, el alternador 17 permanece en la red y está sincronizado con esta. Antes de la conexión a través del contactor 31, una unidad de sincronización 30 comprueba si las condiciones de sincronización, por ejemplo para la tensión y la fase, se cumplen en el lado del alternador con los valores correspondiente en el lado de la red. El rotor 10 está desacoplado del árbol de alternador 16 a través del engranaje de superposición 14, estando intercalado en el ejemplo representado el engranaje principal 13. Por lo tanto, se puede reducir el número de revoluciones del rotor 10. La potencia perdida necesaria para el funcionamiento del alternador en la red se toma directamente de la red, ajustándose a través de la unidad de excitación 24 el alternador 17 para suministrar potencia reactiva a la red o recibir potencia reactiva de la red. Por lo tanto, en caso de producirse por ejemplo una caída de la red, la instalación de energía eólica puede apoyar la red proporcionando potencia reactiva, incluso en caso de condiciones de viento muy débil. En el procedimiento según la invención, el alternador sincrónico puesto a la red permanece conectado a la red de momento y trabaja de forma sincrónica con la red.

La figura 2 muestra una cadena cinemática con una estructura similar para la instalación de energía eólica. Está previsto adicionalmente un motor 32 adicional que a través de un acoplamiento 34 está unido al alternador 17. Durante el funcionamiento regular, el motor 32 está desacoplado del alternador y se acopla solamente para la aceleración del alternador para generar en el alternador el número de revoluciones necesario para la conexión. Cuando el alternador está conectado por la unidad de sincronización 30, la potencia necesaria para el alternador 17 puede proporcionarse de otra manera, por ejemplo tomarse de la red. El convertidor 36 excita el motor 32 para obtener el número de revoluciones necesario para la sincronización.

Las figuras 3 y 4 muestran la cadena cinemática según la figura 2 con la variante de que el motor 22 en el engranaje de superposición se ha sustituido por un convertidor de par 38 ajustable o un hidrostato 37. El convertidor de par 38 dispone de una rueda directriz 40 que por su ajuste provoca una conversión del número de revoluciones y/o del par. El convertidor 38 se compone, además de la rueda directriz, de una rueda de bomba 42 que está unida al árbol de salida 48, y de una rueda de turbina 44 que está unida al árbol de regulación 46. Para la transmisión del par entre el árbol de salida del engranaje de superposición y su árbol de regulación 46, el convertidor de par 38 está relleno de aceite. Para el desacoplamiento entre el árbol de salida 48 y el árbol de rotor, el aceite se elimina del convertidor de par. En el hidrostato de la figura 3, para el desacoplamiento, las bombas se ajustan de tal forma que siguen la marcha sin carga y no transmiten ningún par. En el ejemplo de realización representado en la figura 4, el árbol de regulación, a través del que se ajusta la relación de transmisión del engranaje de superposición, está realizado como árbol hueco 46, a través del cual se extiende el árbol de salida 48 del engranaje de superposición.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica con un alternador sincrónico (17) y con un engranaje de superposición (14) que está conectado entre el rotor (10) y el alternador (17) y cuya relación de transmisión se ajusta por una unidad de control, **caracterizado por que** está previsto un modo de funcionamiento, en el que el alternador (17) está conectado a la red eléctrica y el árbol de alternador (16) se desacopla del árbol de rotor (10, 12) a través del engranaje de superposición (14) y el alternador sincrónico (17) se hace funcionar como desfasador para la red.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el alternador sincrónico (17) es excitado independientemente a través de una unidad de excitación (24).
3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado por que** el alternador sincrónico es excitado por la unidad de excitación como desfasador para recibir potencia reactiva de la red.
4. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado por que** el alternador sincrónico es excitado por la unidad de excitación como desfasador para alimentar potencia reactiva a la red.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** al quedar debajo de un valor predeterminado para la velocidad de viento o para la potencia eléctrica del alternador, el rotor se desacopla del alternador a través del engranaje de superposición y el alternador sincrónico permanece acoplado a la red.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que**, como respuesta a una señal, el rotor se desacopla del árbol de alternador (16) a través del engranaje de superposición (14) y se alimenta potencia reactiva a la red.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado por que** la señal es una señal predefinida de forma externa por una compañía eléctrica o por una regulación para un parque eólico.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** la unidad de control ajusta y/o regula de forma hidrostática o hidrodinámica la relación de transmisión entre el árbol de rotor y el árbol de alternador.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** la unidad de control presenta un accionamiento eléctrico para ajustar y/o regular la relación de transmisión entre el árbol de rotor y el árbol de motor.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** adicionalmente a la unidad de control está prevista una máquina eléctrica (32) acoplada al alternador.
11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado por que** la máquina eléctrica está unida de forma acoplable al alternador.

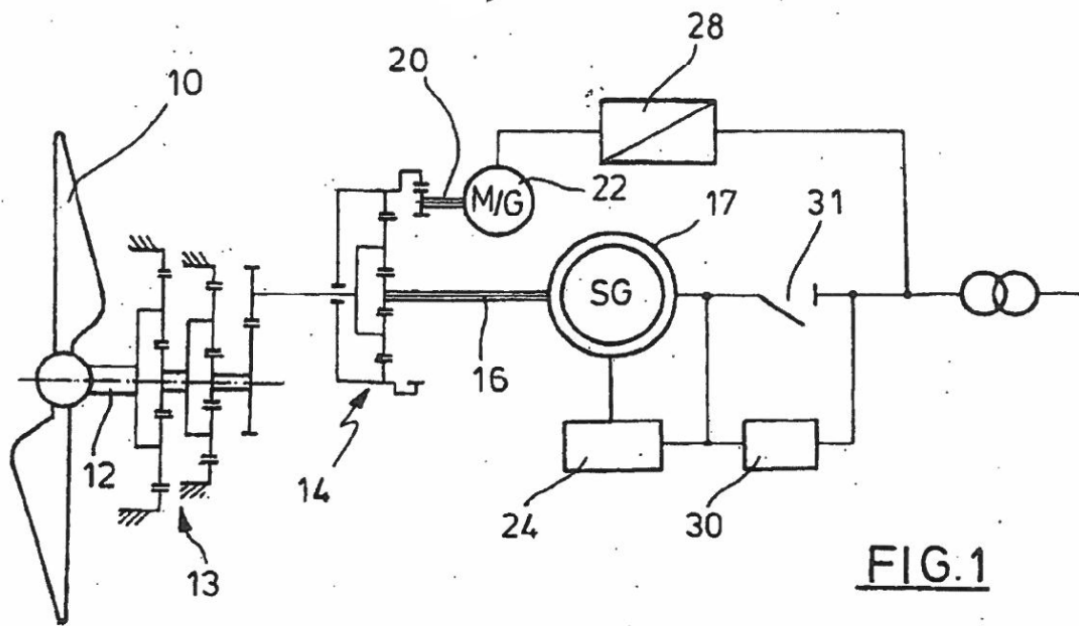


FIG. 1

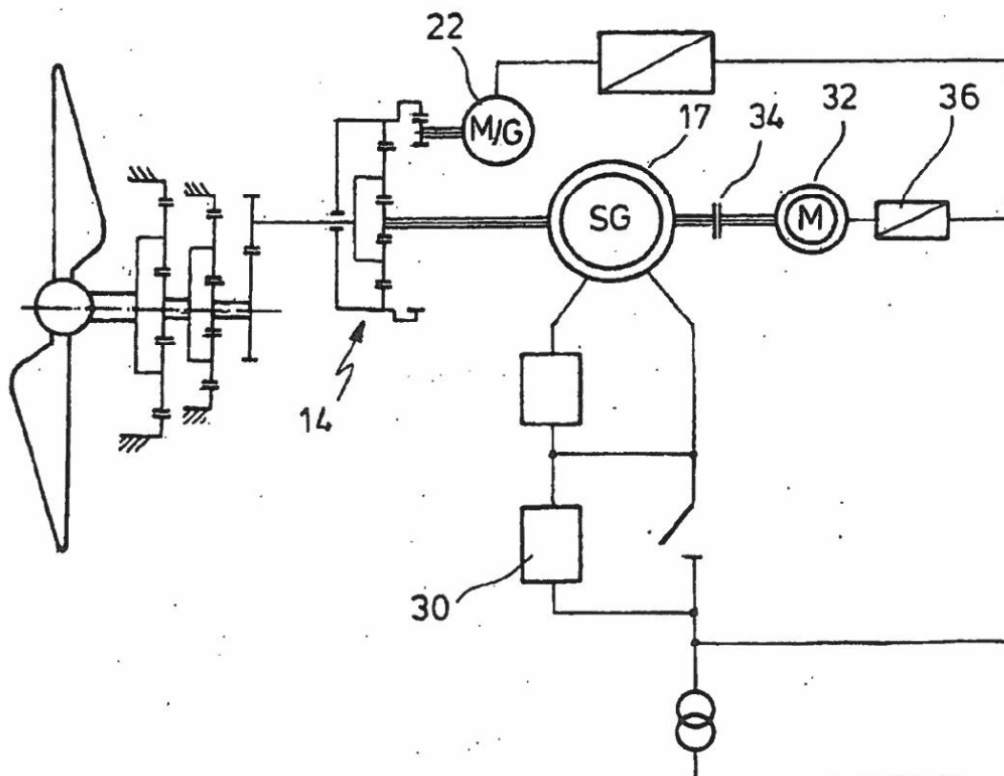


FIG. 2

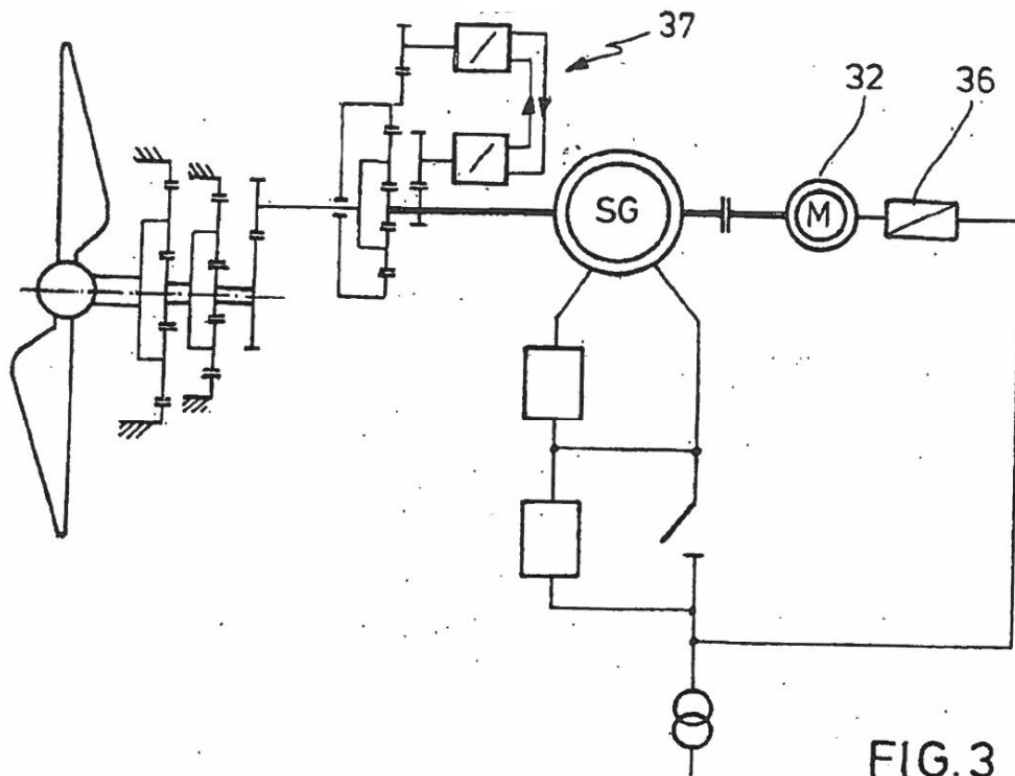


FIG. 3

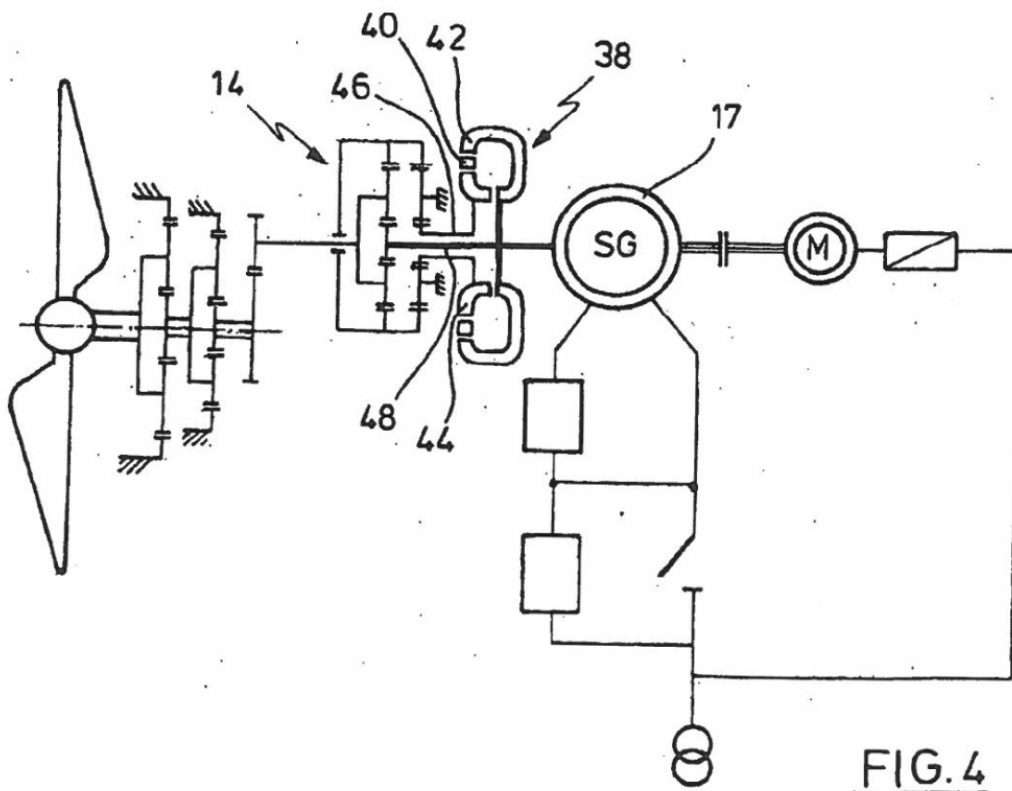


FIG. 4