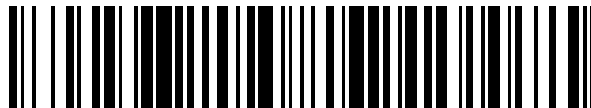


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 043**

51 Int. Cl.:

H02J 3/38 (2006.01)

H02J 3/46 (2006.01)

F03D 7/04 (2006.01)

F03D 9/25 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.01.2015 PCT/EP2015/050608**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.07.2015 WO15110335**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2015 E 15700386 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2018 EP 3097623**

54 Título: **Regulador de potencia con regulación previa para parque eólico**

30 Prioridad:

22.01.2014 DE 102014000784

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

23.10.2018

73 Titular/es:

**SENVION GMBH (100.0%)
Überseering 10
22297 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**GEISLER, JENS;
BLUHM, ROMAN;
OTT, THOMAS y
SCHRÖTER, THOMAS**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 687 043 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

Regulador de potencia con regulación previa para parque eólico

5 La invención se refiere a un parque eólico con al menos dos plantas de energía eólica, las cuales generan potencia eléctrica por medio de un rotor eólico y un generador y la entregan a una red de acumulación, y un control de parque, el cual está configurado para controlar el parque, comprendiendo el control de parque un regulador de potencia, en cuya entrada se aplica una señal de potencia nominal y en cuya salida se emiten señales de regulación de potencia para las plantas de energía eólica.

10 A través de numerosas ampliaciones de plantas de energía eólica y de parques eólicos, estos juegan un papel cada vez más grande en la generación de potencia en la red eléctrica. Por el lado del operador de la red se requiere por ello que también los parques eólicos participen activamente en la regulación de la red. Esto se refiere, entre otros, a la preparación de potencia reactiva, pero también medidas para el control de la potencia efectiva entregada. No obstante, los parques eólicos se diferencian de las centrales eléctricas convencionales en un punto esencial, es decir, que la potencia suministrada por estos no puede determinarse libremente, sino que es dependiente de la velocidad del viento, en general, y de las condiciones del viento en las plantas de energía eólica del parque eólico, en especial.

15 Básicamente, es de manera que al parque eólico ahora se transmite una especificación fijada para la potencia a suministrar.

20 Está claro que los parques eólicos durante un aumento de la demanda de potencia, dado el caso según cada una de las condiciones del viento, solo pueden resultar condicionados. Sin embargo, durante un descenso de la demanda de potencia pueden reaccionar siempre, es decir, al estrangular la planta de energía eólica del parque eólico y, de esta manera, no aprovecha completamente el viento existente. En esta dirección, es decir, con ajuste del valor nominal para la potencia hacia abajo, por consiguiente, se puede recurrir a los parques eólicos, en principio, completamente para la regulación de la red.

25 Esto se aprovecha al aplicar en el control de parque un valor nominal para una potencia a entregar. El control de parque controla la planta de energía eólica de manera que se genera una potencia correspondiente y se entrega a la red, si los comportamientos del viento lo permiten. Si no lo permiten, de esta manera, de hecho no se alcanza el valor nominal, pero el parque eólico inyecta tanta potencia como es actualmente posible.

30 Si el operador de la red requiere ahora una reducción de la entrega de potencia, de esta manera, el valor nominal en el control de parque se reduce correspondientemente. Esto tiene lugar, por lo general, para evitar sobreoscilar o suboscilar no bruscamente durante la entrega de potencia, sino que gradualmente como rampa. La reducción en forma de rampa del valor nominal considera el caso en que las correspondientes señales de estrangulación deben transmitirse primero a los WEA dispuestos distribuidos en el parque eólico y que estos, respectivamente, deben ajustar para sí mismos sus aspas con respecto al ángulo de incidencia para realizar la reducción de potencia deseada.

35 Con comportamientos del viento débiles, a menudo, se produce el caso en que la potencia entregada de hecho es menor que el valor nominal, es decir, el valor nominal es bastante grande. Esta discrepancia es inevitable en un parque eólico y no problemática en sí. Pero entonces, en la práctica se llega a complicaciones cuando el valor nominal partiendo de su valor bastante alto se desciende notablemente. Debido a la discrepancia para la entrega de potencia de hecho mucho más baja, el descenso brusco del valor nominal al principio no afecta para nada, dado que el valor nominal todavía se encuentra por encima del valor actual. Solo cuando el valor nominal ha descendido tanto que alcanza al valor actual y luego sigue descendiendo, entonces se reduce de hecho la entrega de potencia del parque eólico. El parque eólico reacciona, por lo tanto, con retraso a la reducción de potencia demandada. Se produce un tiempo muerto no deseado. Esto es desventajoso desde la perspectiva del operador de red. Más desventajoso es, sin embargo, para el operador de red que la duración del tiempo muerto no sea fija, sino que se vuelve más larga cuanto mayor fue inicialmente la discrepancia entre el valor nominal y la entrega de potencia de hecho más reducida. Bajo aspectos de ajuste es difícil dominar un comportamiento de este tipo y representa un peligro para la estabilidad del sistema de la red.

40 La solicitud de patente WO 2006/066797 A1 propone una solución que prevé un ajuste con varios circuitos. De esta manera, se aumenta la complejidad de la estructura de ajuste y los circuitos de regulación internos o bien externos, deben coordinarse (presentan diferentes constantes de tiempo y, consecuentemente, diferentes tiempos de reacción) para alcanzar la dinámica y la estabilidad deseadas.

45 La invención se basa en la misión de proporcionar un parque eólico mejorado que evite estas desventajas.

La solución de acuerdo con la invención se encuentra en las características de las reivindicaciones independientes. Perfeccionamientos ventajosos son objeto de las reivindicaciones dependientes.

55 En un parque eólico con al menos dos plantas de energía eólica, las cuales generan potencia eléctrica por medio de un rotor eólico y un generador y la entregan a una red de acumulación, y un control de parque el cual está

configurado para el control de las plantas de energía eólica, comprendiendo el control de parque un regulador de potencia, en cuya entrada se aplica una señal de potencia nominal y en cuya salida se emiten señales de control de potencia para las plantas de energía eólica, está previsto de acuerdo con la invención, que el regulador de potencia presente un módulo de regulación previa, que conecta una medida para la potencia nominal a través de un miembro de multiplicación en la salida del regulador de potencia.

Un aspecto esencial de la invención consiste en que el módulo de regulación previa no se conecta aditivamente en la salida del regulador de potencia, sino multiplicativo. Con ello, puede lograrse un comportamiento de respuesta notablemente acelerado, en particular con reducción del valor nominal. Es el mérito de la invención haber reconocido que una regulación previa convencional no es suficiente para el comportamiento mejorado deseado, sino que llega otro tipo de conexión, es decir, por miembro de multiplicación. Ésta ofrece no solo la ventaja del comportamiento de respuesta más rápido, sino que además también es robusta frente al estado de funcionamiento del parque eólico, por lo tanto, si se genera mucha o poca potencia. Mediante la multiplicación con la señal de potencia emitida por el regulador de potencia, se logra una adaptación automática del módulo de regulación previa al nivel de potencia respectivo. Con una conexión solo aditiva esto no se garantiza. La invención unifica, por lo tanto, de manera sorprendentemente sencilla y elegante, con respecto a comportamiento de respuesta más rápido, con robustez con respecto al estado de funcionamiento del parque eólico.

A través del miembro de multiplicación, la regulación previa interacciona, por así decir paralela con el regulador de potencia. De manera conveniente, está previsto para ello un miembro estacionario preciso, para poder ajustar mejor un valor de potencia deseado. Tales miembros estacionarios precisos, en particular en forma de un miembro-I, aunque en el estado de la técnica son en sí conocidos, pero no en la combinación con un módulo de regulación previa conectado multiplicativo.

Gracias al módulo de regulación previa y a la rápida reacción provocada con ello de variaciones del valor nominal, en particular reducciones del valor nominal, el regulador de potencia está aliviado en este sentido. En una parametrización ya no debe observarse principalmente el comportamiento de respuesta rápido. La invención se aprovecha de esto al presentar, preferiblemente, un juego de parámetros doble para el regulador de potencia. Según la necesidad, se utiliza uno de los juegos de parámetros para parametrizar el regulador de potencia. De manera conveniente, en este caso, se emplea como criterio el signo de una diferencia de regulación creada en el regulador de potencia, por consiguiente, entonces positivo para el aumento y negativo para la reducción. Según el signo se utiliza entonces uno de los dos juegos de parámetros para el regulador de potencia. El cambio entre los juegos de parámetros puede tener lugar en cualquier momento, por lo tanto, dinámicamente. Como particularmente ventajosa se ha destacado una configuración en la que el juego de parámetros para la reducción presenta una constante de tiempo más corta que el juego de parámetros para el aumento, de hecho aproximadamente en un orden de magnitud. Bajo "aproximadamente en un orden de magnitud" se considera un factor de aproximadamente 8 a 14, preferiblemente de aproximadamente 10. Para ello, se alcanza una adaptación particularmente buena a los comportamientos precisamente de plantas de energía eólica. Éstas no pueden elevar la entrega de potencia o solo bastante lento, por el contrario, sin embargo están capacitadas de reducir rápidamente la entrega de potencia. Este comportamiento intrínseco de las plantas de energía eólica se soporta por un cálculo de configuración de regulación propuesto de este tipo.

Para satisfacer las altas necesidades en la estabilidad de la red, está de manera conveniente previsto que el módulo de regulación previa presente un limitador de corrección. Para ello, se limita la variación provocada por el módulo de regulación previa, lo que afecta ventajosamente en la estabilidad. Al mismo tiempo, permite ajustar factores de ampliación más bien grandes, sin que se produjese el peligro de una inestabilidad a causa de esto. Ventajosamente, el limitador de corrección está realizado asimétrico. Bajo "asimétrico" se entiende en este caso que el límite inferior presente otra distancia que el límite superior. Se ha probado para la invención, elegir el límite inferior fijo y mantener el límite superior variable. Con ello, se pueden combinar de manera conveniente las necesidades que parecen contradictorias tras el comportamiento de respuesta rápido, por un lado, y la estabilidad en funcionamiento, por otro lado.

Para la generación del límite superior está previsto de manera conveniente un buscador de máximo. Está configurado para determinar aquellas plantas de energía eólica de entre las diferentes plantas de energía eólica del parque eólico, la cual genera la potencia eléctrica máxima y se inyecta en la red. Esta potencia máxima, dicho más concreto, el grado de potencia normalizado (p. ej. 0,75 para una planta de energía eólica utilizada al 75 %) perteneciente a la potencia nominal de la planta de energía eólica, se basa en la creación del límite superior del limitador de corrección, de modo que se evita el riesgo de un estrangulamiento no deseado de plantas de energía eólica de alto viento y, con ello, de alta potencia. Preferiblemente, mediante la adición de un valor fijo se garantiza que el límite superior es siempre más grande que el límite inferior.

Una reacción rápida de la regulación de potencia es en sí deseada, como se ha descrito al principio. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el sistema regulado, las plantas de energía eólica, presenta componentes mecánicos que no reacción aleatoriamente rápido, ya solo por sus masas inertes. Si se requiriese una velocidad de variación demasiado alta, de esta manera la planta de energía eólica entonces no podría seguir. En consecuencia, se

produjeron desviaciones, la cuales fueron reconocidas como desviaciones de regulación por el regulador de potencia y conduciría a otra variación adicional en su salida, el cual, sin embargo ya no puede seguir la planta de energía eólica. Un estado de este tipo no es deseado. Es por ello conveniente, contrastar la regulación previa como medio de reacción rápido en sí deseado con un correctivo, el cual limita la velocidad de variación tanto que ésta todavía es tolerable para la planta de energía eólica. Para ello, está previsto preferiblemente una impedancia unilateral dinámica, la cual está conectada a la salida del miembro de multiplicación (es decir, en la trayectoria de la señal detrás de la regulación previa para detectar también su influencia). La impedancia unilateral dinámica está configurada para monitorizar la tasa de variación en esta salida y, en caso de sobrepasar un valor límite, bloquear el regulador de potencia. De esta manera, se evita un crecimiento adicional de los valores en la salida, el cual podría conducir a una demanda excesiva de la planta de energía eólica. Preferiblemente, esto sucede de manera que el regulador de potencia en el estado bloqueado mantiene el valor anterior. Con ello, su estado permanece y puede ajustarse blando de nuevo cuando la impedancia unilateral anula el bloqueo.

De manera ventajosa, en la impedancia unilateral está implementado un modelo preferiblemente simplificado de la planta de energía eólica. De esta manera, puede estar ajustado al comportamiento de la planta de energía eólica, en particular, en caso de variaciones de la potencia demandada. Para ello, el modelo no necesita ser obligatoriamente, de manera particular, complicado. Por motivos de un cálculo más rápido, un modelo sencillo es incluso ventajoso. Particularmente conveniente es cuando el modelo simplificado es bimodal, en el sentido de que prevé diferentes constantes de tiempo para la reducción de potencia o bien el aumento de potencia. Por lo general, una planta de energía eólica de una reducción de potencia puede originarse rápido, mientras para un aumento de potencia, debido al ajuste de rotor eólico necesario para ello, resulta un tiempo de retardo. Un modelado particularmente sencillo como conveniente, prevé por ello, para el aumento de potencia, un miembro de retardo, siendo suficiente uno de primer orden. Con ello, se alcanza sin mucha complicación un comportamiento dinámico notablemente mejor, sobre todo también en caso de tasas de variación altas.

La invención se extiende además a un procedimiento correspondiente. Para la explicación más detalla se hace referencia a la descripción anterior.

A continuación, se explica la invención bajo referencia al dibujo mediante un ejemplo de realización ventajoso. Muestran:

La Fig. 1, una vista general de un parque eólico con un control de parque y varias plantas de energía eólica de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención;

la Fig. 2, una vista esquemática del control de parque con una regulación previa;

la Fig. 3, un diagrama de bloques de un regulador de potencia del control de parque y de la regulación previa;

la Fig. 4, una vista detallada de un limitador de corrección;

la Fig. 5, una vista detallada de una impedancia unilateral dinámica;

la Fig. 6, una vista detallada de un módulo de inicialización; y

la Fig. 7, una representación comparativa del comportamiento del parque eólico con y sin la invención.

Un ejemplo de realización para un parque eólico de acuerdo con la invención está representado en la Fig. 1. Éste comprende un control 2 de parque y varias plantas 1 de energía eólica, las cuales para la diferenciación están referenciadas además con los números I, II y III. Las plantas 1 de energía eólica presentan, respectivamente, un rotor 11 eólico con un generador 12 accionado por el mismo para la generación de potencia eléctrica, la cual se inyecta en una red 22 de acumulación del parque y se entrega a un punto 29 de conexión en una red 99 de transmisión.

El control 2 de parque monitoriza y controla el funcionamiento de las plantas 1 de energía eólica. Para ello, éste comprende un regulador 3 de potencia. Como señales de entrada se aplican un valor nominal de potencia P_{demand} , el cual preferiblemente se proporciona por una instancia de orden superior externa (no representada), y un valor para la inyección de potencia actual P_{act} , el cual se determina por un módulo 28 de medición de potencia, el cual monitoriza la tensión y la corriente en el punto 28 de conexión. La diferencia determinada por un miembro 30 de diferencia, se aplica como una señal para la diferencia de regulación en el regulador 3 de potencia. El regulador 3 de potencia determina de ello valores por defecto para las plantas 1 de energía eólica. Para ello, éste presenta un miembro-I 33, el cual, en el ejemplo de realización representado, está realizado como un integrador discreto con un miembro 34 sumador y un miembro 35 de retardo ($1/z$) realimentado.

La diferencia de regulación creada en la entrada del regulador 3 de potencia, no se suministra directamente al miembro-I, sino que se preprocesa por medio de un juego 6 de parámetros conmutable. Para ello está previsto un detector 40 de signo, el cual después examina la diferencia de regulación creada por el miembro 30 de diferencia, si es positiva o negativa. Si el signo es positivo, se elige el juego 61 de parámetros y se procesa la diferencia de

- regulación con los parámetros pertenecientes a ese juego de parámetros. En el ejemplo de realización representado, se trata solo de un parámetro, concretamente aquel para un miembro-P 62. Si el signo es negativo, se elige el juego 61' de parámetros y se procesa la diferencia de regulación con los parámetros pertenecientes a este juego de parámetros, concretamente en el ejemplo representado por medio del miembro-P 62'. Los valores así generados se combinan por medio de un miembro 63 de fusión controlado por el detector 60 de signo y se suministran al miembro- I 33. Los valores de los juegos de parámetros se eligen de manera que el juego 61' de parámetros para el signo negativo (es decir, una variación hacia abajo) tiene una constante de tiempo más corta que el juego 61 de parámetros para el signo positivo, concretamente, de manera preferida, por el factor 10 (corresponden a un orden de magnitud).
- Además, el control 2 de parque presenta, de acuerdo con la invención, un módulo 4 de regulación previa. Está conectado paralelo al regulador 3 de potencia y en su entrada se aplica la señal para el valor nominal de potencia Pdemand, así como valores para la potencia Pact de hecho entregada por el parque y las potencias de las plantas 1 de energía eólica individuales. El valor de salida determinado por el módulo 4 de regulación previa, se conecta a través del miembro 5 de multiplicación en la señal de salida del regulador 3 de potencia y el producto obtenido de ello, en consecuencia, se transmite a través de una red 21 de señal interna del parque a las plantas 1 de energía eólica.
- El módulo 4 de regulación previa y su interacción con el regulador 3 de potencia se explican a continuación más en detalle. La señal para el valor nominal de potencia Pdemand se aplica como señal de entrada al módulo 4 de regulación previa y al miembro 30 de diferencia en la entrada del regulador 3 de potencia. En el miembro 30 de diferencia, además también se aplica la potencia actual Pact determinada de hecho por el módulo 28 de medición de potencia.
- El módulo 4 de regulación previa comprende un canal 40 de ida rápido, a través del cual la señal aplicada en su entrada para la potencia nominal Pdemand se entrega directamente y se aplica al módulo 5 de multiplicación. Para ello, se logra una reacción rápida deseada para variaciones del valor nominal, la cual, gracias a la conexión multiplicativa, escala automáticamente con el nivel de potencia entregado de hecho. Por lo tanto, se logra una reacción rápida y robusta.
- Para el perfeccionamiento, el módulo 4 de regulación previa presenta además canales 41 y 42 adicionales, con los que éste influye sobre el regulador de potencia. El canal 41 influye sobre un limitador 7 de corrección y obtiene valores para la potencia P_I , P_{II} y P_{III} entregada por las plantas 1 de energía eólica individuales. Estos valores se consultan por el control 2 de parque a través de la red 21 de señal de las plantas 1 de energía eólica individuales. Esto valores se aplican en un detector 73 de máximo, el cual detecta el mayor de estos valores de potencia y lo emite como una señal de potencia normalizada a un miembro 74 sumador. En el miembro 74 sumador, además se aplica todavía una señal para un valor fundamental de desplazamiento. La suma de señal creada de ello se aplica en un miembro 75 limitador, el cual realiza una limitación a 1 correspondiente a la potencia nominal. Esta señal así obtenida se aplica a un miembro 76 de división, el cual realiza una división por el valor igualmente normalizado para la potencia nominal Pdemand. La señal obtenida así, se suministra a un segundo miembro 77 limitador, el cual lo limita hacia abajo a 1 y luego lo aplica a una entrada 72 de límite superior del limitador 7 de corrección. En una entrada 71 de límite inferior, en el ejemplo de realización representado, se aplica un valor de potencia normalizado fijo de 0,5, el cual opcionalmente, sin embargo, también poder reemplazarse por un valor más alto.
- El canal 42 influye sobre un inicializador 9, el cual está configurado como parte de la regulación 4 previa para inicializar el regulador 3 de potencia en determinadas situaciones por medio de una función de rampa. Para reconocer estas situaciones determinadas, el inicializador 9 presenta un paso de entrada, el cual está compuesto por dos módulos 93, 94 de comparación. En el primero módulo 93 de comparación se aplican las señales para la potencia nominal Pdemand y la potencia actual Pact. Comprueba si la potencia nominal demandada es menor que la potencia actual entregada por el parque eólico. Si este es el caso, se emite una señal lógica como liberación. En el segundo módulo 94 de comparación se aplica igualmente la señal para la potencia actual Pact y, además, una señal de diferencia, la cual se genera como señal de salida del limitador 7 de corrección con un miembro 95 de diferencia comparable con un valor T de tolerancia de tasa. Si la potencia actual es menor, igualmente se emite una señal lógica de liberación; si no lo es, esto significa que la potencia actual se encuentra lo suficientemente cerca del nuevo valor nominal, que éste puede lograrse directamente y no es necesaria una inicialización de la rampa. En caso de existir las dos señales de liberación, se conecta un bloque 96 lógico al aplicar una señal 97 de activación. Entonces se ajusta la salida del inicializador 9 al valor de la potencia Pact actualmente entregada. Con ello, se fuerza que la función de rampa para el valor nominal Pdemand comience directamente en el valor para la potencia actual Pact, de modo que se logra una reacción espontánea.
- Además, en el inicializador 9 puede estar conectado un predictor 98. Éste está configurado para, en caso de un salto del valor nominal hacia arriba, generar un valor estimado para el valor por defecto de la potencia nominal para las plantas de energía eólica. Al inicializar, en un salto del valor nominal de este tipo, a este valor estimado, se puede lograr un comportamiento de transmisión mejor. El predictor 98 es objeto de otra solicitud presentada al mismo tiempo de la solicitante.

5 Para evitar, en caso de variaciones rápidas, un efecto negativo por el módulo 4 de regulación previa sobre el regulador 3 de potencia, está prevista una impedancia 8 unilateral dinámica. A ella está conectada la señal generada por el miembro 5 de multiplicación. Éste lo monitoriza por medio de un modelo 82 matemático simplificado de la planta 1 de energía eólica e influye sobre el elemento 81 de bloqueo en caso de variaciones demasiado rápidas, que influyen sobre los juegos 61, 61' de parámetros. Por lo tanto, se realiza un así denominado Anti-Windup para el regulador 3 de potencia. Para garantizar aún el comportamiento de respuesta rápido deseado, el modelo 82 está preferiblemente construido de manera que está después de un integrador 83 como paso de entrada comprende una trayectoria 84 superior con un miembro 86 de retardo de primer orden, así como un limitador 88 y una trayectoria 85 inferior, los cuales se combinan en un bloque 89 de diferencia, el cual a su vez emite la señal de salida para la activación de los elementos 81 de bloqueo. En caso de un aumento de potencia, el miembro 86 de retardo se ocupa de que los procesos lentos que se producen en la planta de energía eólica de hecho, como ajuste de inclinación de las aspas, se tengan en cuenta en el modelo. Con ello, se logra un control de regulación correcto también para este caso.

15 La interacción de los componentes descritos anteriormente está representada en la Fig. 3. Muestra el regulador 5 de potencia con el miembro 30 de diferencia para la creación de la diferencia de regulación al comienzo, desde donde se suministra la señal a través de los juegos 61, 61' de parámetros elegibles al miembro-I 33 con el miembro 34 sumador y el miembro 35 de retardo, concretamente bajo participación del inicializador 9 y del limitador 7 de corrección, ambos están controlados por canales del módulo 4 de regulación previa. Además, el módulo 4 de regulación previa influye con su canal sobre el miembro 5 de multiplicación. En cuya salida está también conectada la impedancia 8 unilateral dinámica, la cual también reacciona sobre el módulo 6 de elección de parámetro.

20 En la Fig. 7 están representados diagramas de potencia para parques eólicos con (Fig. 7a) y sin (Fig. 7b) el módulo 4 de regulación previa de acuerdo con la invención. Las condiciones del viento son más bien débiles pero bastante turbulentas, de modo que las plantas de energía eólica generan variables en torno aproximadamente al 70 % de su potencia nominal. En el momento $t = 0$, se limita la potencia entregada por el parque eólico, al reducir el valor nominal para la potencia de ilimitado anteriormente a 0,5 (corresponde a la mitad de la potencia nominal).

25 La línea discontinua muestra el valor nominal entregado a las plantas 1 de energía eólica por el control 2 de parque, para la potencia y, la línea continua, muestra la potencia de entrega de hecho del parque completo. Se reconoce que en la Fig. 7a, el valor nominal transmitido a las plantas de energía eólica inicialmente decrece más rápido que sin la invención, como se representa en la Fig. 7b. Todavía más evidente es la mejora lograda por la invención en la consideración del resultado real, es decir el de la potencia entregada de hecho por el parque eólico (línea continua). Ésta aumenta sin la invención (véase la Fig. 7b) en el transcurso de los primeros 25 segundos a valores por encima de 0,5, a pesar de que el valor nominal aplicado al parque requiere una reducción a 0,5. Este aumento no deseado se ha hecho reconocible mediante sombreado. En comparación con ello, es evidente que con la invención (Fig. 7a) se descarta un comportamiento no deseado de este tipo, la potencia entregada de hecho se encuentra prácticamente constante en el valor deseado y se desvía poco solo en un momento posterior.

REVINDICACIONES

- 5 1. Parque eólico con al menos dos plantas (1) de energía eólica, las cuales generan potencia eléctrica por medio de un rotor (11) eólico y un generador (12) y la entregan a una red (22) de acumulación, y un control (2) de parque que está configurado para el control de las plantas (1) de energía eólica, comprendiendo el control (2) de parque un regulador (3) de potencia, en cuya entrada se aplica una señal de potencia nominal y en cuya salida se emiten señales de regulación de potencia para las plantas (1) de energía eólica,
- caracterizado por que
- el regulador (3) de potencia presenta un módulo (4) de regulación previa, el cual conecta una medida para la potencia nominal a través de un miembro (5) de multiplicación en la salida del regulador (3) de potencia.
- 10 2. Parque eólico según la reivindicación 1, caracterizado por que el módulo de regulación previa comprende un miembro estacionario preciso, en particular un miembro-I (33).
3. Parque eólico según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el regulador (3) de potencia está parametrizado a través de por lo menos un parámetro y presenta un juego de parámetros doble.
- 15 4. Parque eólico según la reivindicación 3, caracterizado por que está previsto un detector (40) de signo y está configurado de manera que según el signo de una diferencia de regulación, se elige uno de los dos juegos de parámetros.
5. Parque eólico según la reivindicación 4, caracterizado por que se elige el juego de parámetros para un signo correspondiente a una variación hacia abajo y presenta una constante de tiempo más corta que el juego de parámetros para un signo correspondiente a una variación hacia arriba, concretamente, de manera preferida, en un
- 20 orden de magnitud.
6. Parque eólico según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el módulo (4) de regulación previa presenta un limitador (7) de corrección, el cual está configurado preferiblemente asimétrico.
7. Parque eólico según la reivindicación 6, caracterizado por que el limitador (7) de corrección está provisto con un límite inferior fijo y un límite superior variable.
- 25 8. Parque eólico según la reivindicación 7, caracterizado por que está previsto un buscador (73) de máximo, el cual detecta la planta (1) de energía eólica con la entrega de potencia máxima y determina su grado de potencia, el cual se aplica para la variación del límite superior en el limitador (7) de corrección.
9. Parque eólico según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en una salida del miembro (5) de multiplicación está conectada una impedancia (8) unilateral dinámica, la cual monitoriza una tasa de variación de la salida y, en caso de sobrepasar un valor límite, bloquea el regulador de potencia.
- 30 10. Parque eólico según la reivindicación 9, caracterizado por que el módulo (4) de regulación previa está configurado de manera que en el estado bloqueado mantiene el valor anterior.
11. Parque eólico según la reivindicación 9 o 10, caracterizado por que en la impedancia (8) unilateral dinámica está implementado un modelo (82) preferiblemente simplificado de la planta de energía eólica.
- 35 12. Parque eólico según la reivindicación 11, caracterizado por que el modelo (82) es bimodal con diferentes constantes de tiempo para la reducción de potencia y el aumento de potencia.
13. Parque eólico según la reivindicación 12, caracterizado por que, para el aumento de potencia, el modelo comprende un miembro (86) de retardo, preferiblemente de primer orden.
- 40 14. Procedimiento para el funcionamiento de un parque eólico con al menos dos plantas (1) de energía eólica, las cuales generan potencia eléctrica por medio de un rotor (11) eólico y un generador (12) y la entregan a una red (22) de acumulación, y un control (2) de parque que está configurado para el control de las plantas (1) de energía eólica, comprendiendo el control (2) de parque un regulador (3) de potencia, en cuya entrada se aplica una señal de potencia nominal y en cuya salida se emiten señales de regulación de potencia para las plantas (1) de energía eólica,
- 45 caracterizado por
- la realización de una regulación previa en el regulador (3) de potencia, generándose una medida para la potencia nominal, la multiplicación de esta medida con la señal emitida en la salida del regulador (3) de potencia y la transmisión del resultado de la multiplicación a las plantas (1) de energía eólica.
- 50 15. Procedimiento según la reivindicación 14, caracterizado porque el control (2) de parque está perfeccionado según una de las reivindicaciones 2 a 13.

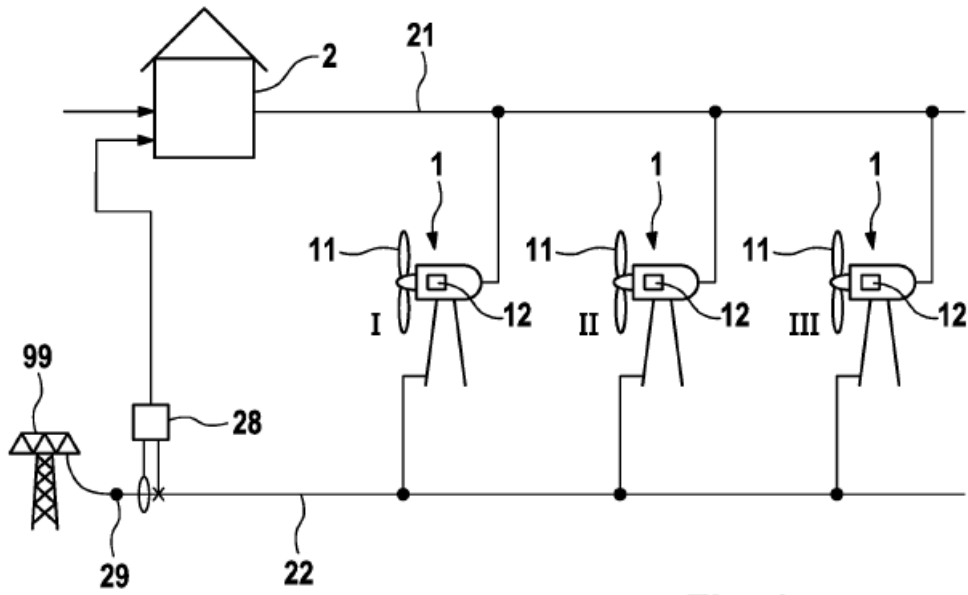


Fig. 1

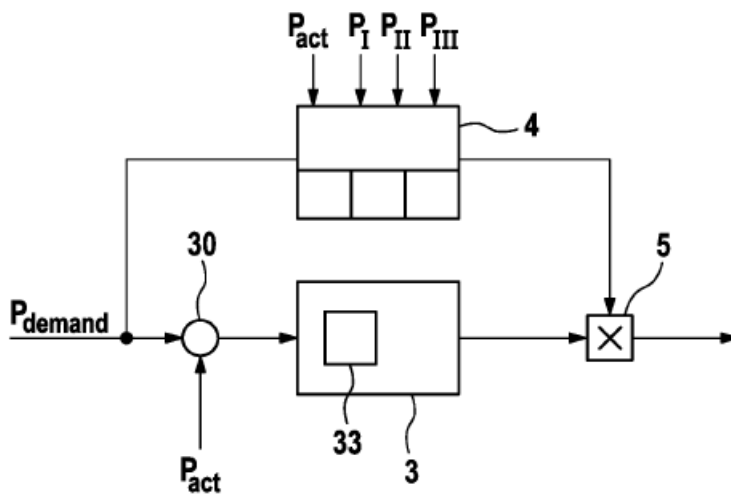


Fig. 2

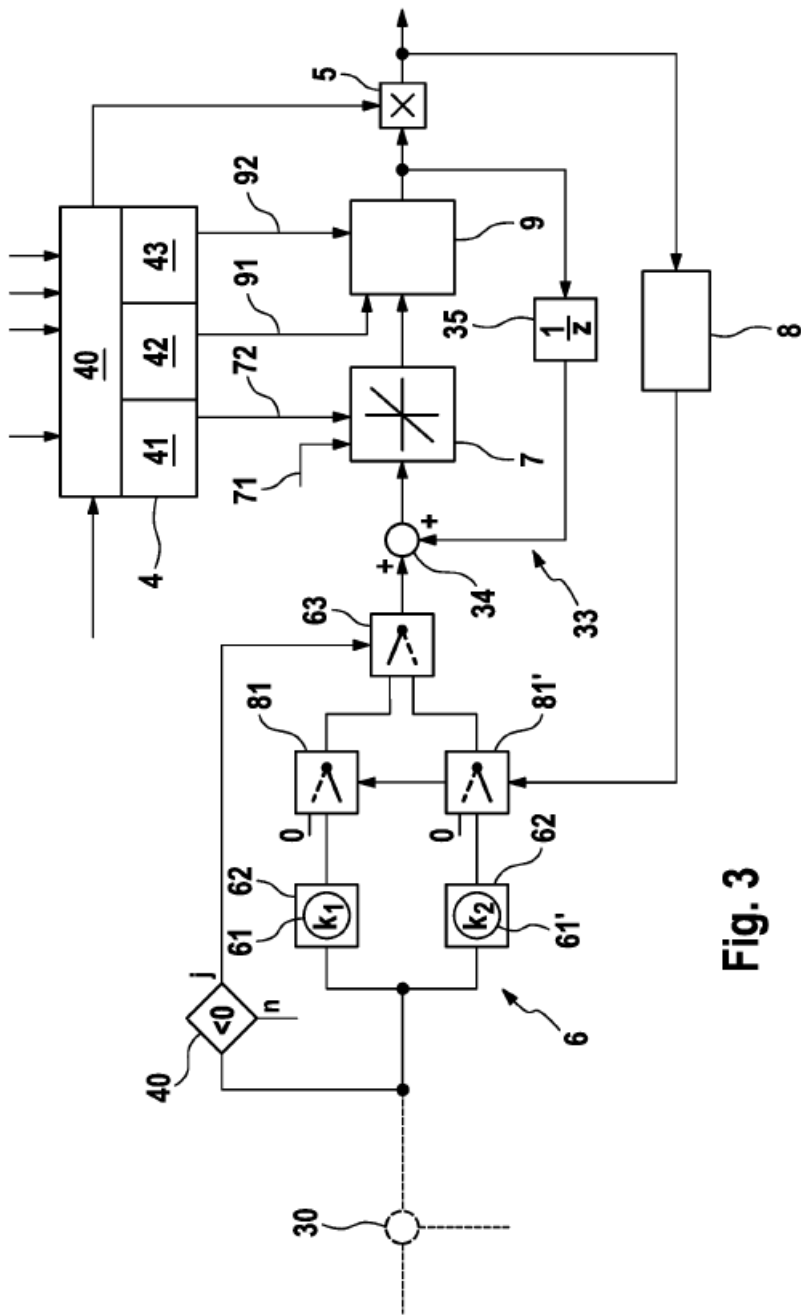
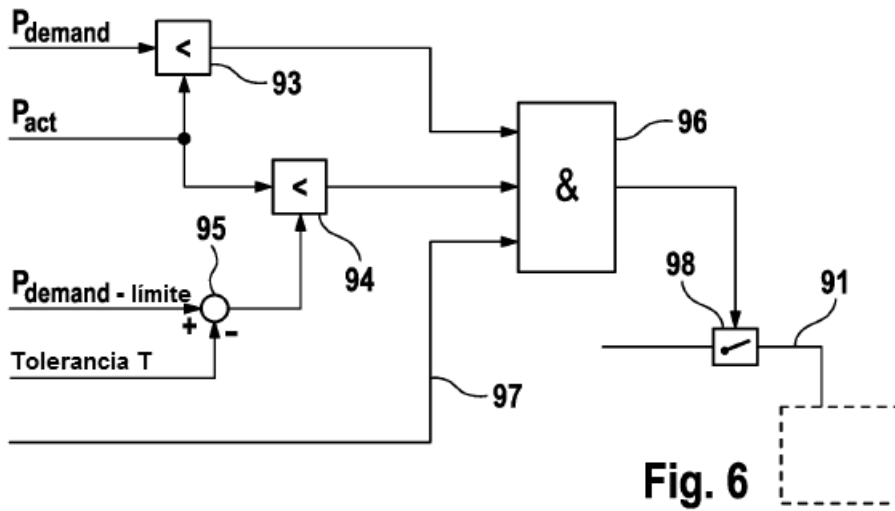
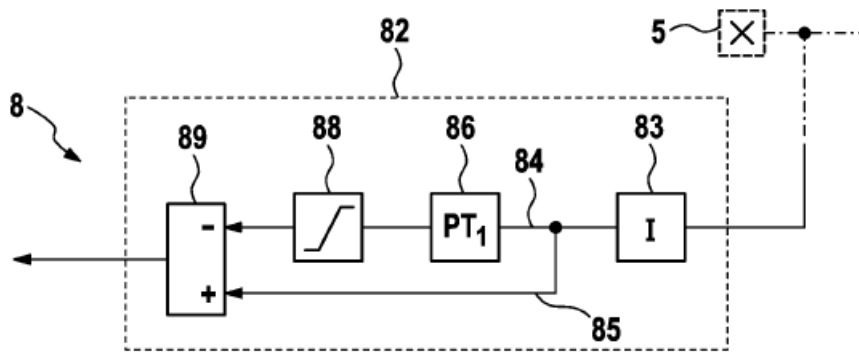
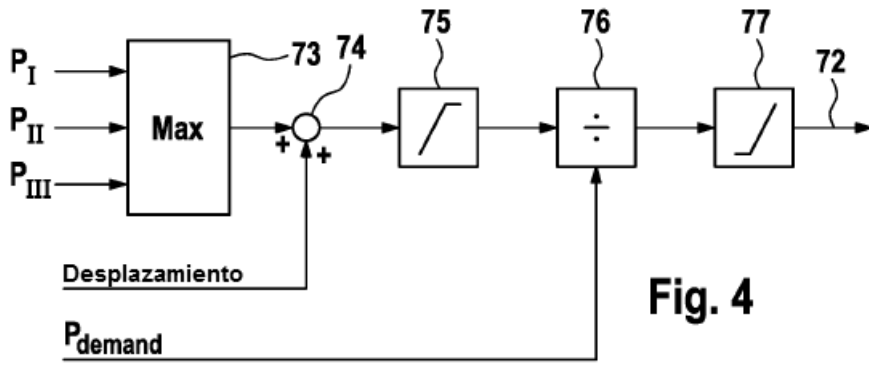


Fig. 3



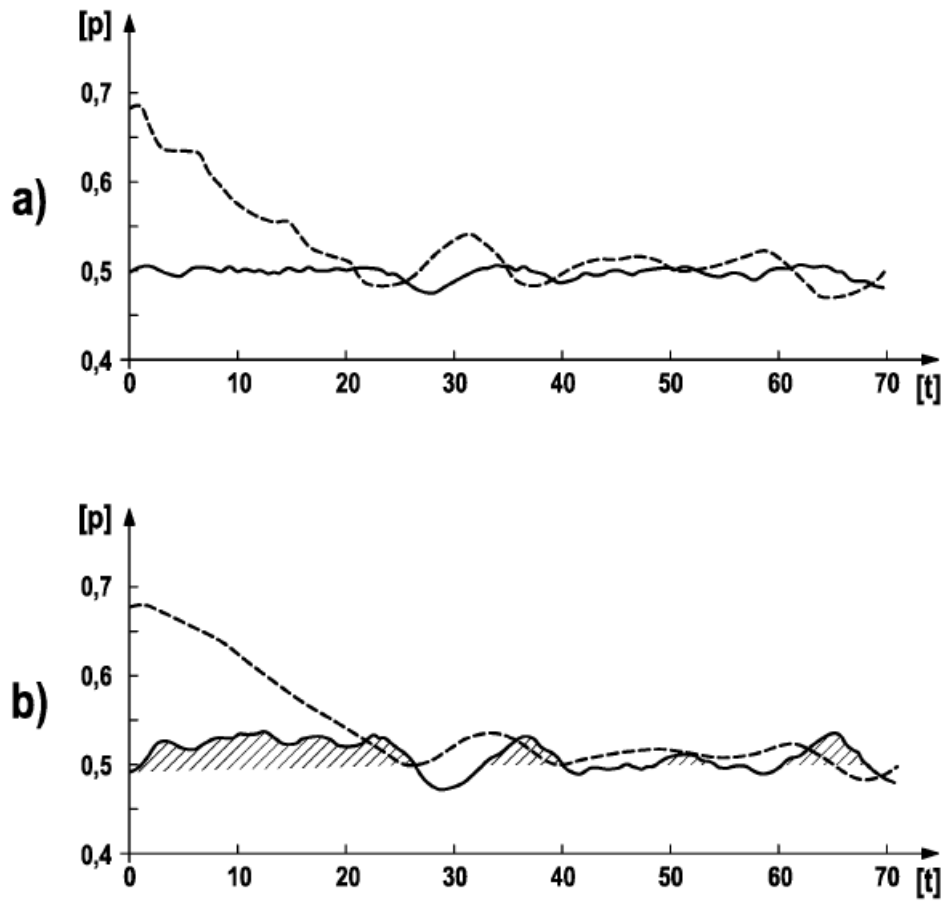


Fig. 7