

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 599 709**

51 Int. Cl.:

**F03D 3/02** (2006.01)

**F03D 3/04** (2006.01)

**F03D 3/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.11.2012 PCT/PL2012/000125**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.05.2013 WO13077752**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2012 E 12809365 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016 EP 2783106**

54 Título: **Molino de viento activo con el eje de rotación transversal a la dirección del viento**

30 Prioridad:

**21.11.2011 PL 39705211**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.02.2017**

73 Titular/es:

**WINENERG SPÓLKA Z OGRANICZONA  
ODPOWIEDZIALNOSCIA SPOLKA  
KOMANDYTOWO - AKCYJNA (100.0%)  
Ul. Armii Krajowej 116/19  
81-824 Sopot, PL**

72 Inventor/es:

**DOERFFER, PIOTR**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 599 709 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

Molino de viento activo con el eje de rotación transversal a la dirección del viento

- 5 El objeto de la presente invención es un molino de viento activo con el eje de rotación transversal a la dirección del viento. Se puede utilizar principalmente en motores eólicos.

Los molinos de viento se dividen generalmente en dos grupos característicos, dependiendo de la dirección del eje de rotación del rotor. Un grupo consiste en molinos de viento en los que la dirección del eje de rotación es paralela a la dirección del viento, y el segundo en molinos de viento en los que el eje de rotación del rotor está dirigido transversalmente a la dirección del viento. Entre los molinos de viento con el eje transversal al viento pueden diferenciarse varios tipos de acuerdo con el tipo de fuerza utilizada. El principio de funcionamiento de uno de los tipos conocidos se basa en la diferencia de resistencia aerodinámica a ambos lados del eje de rotación. Tales molinos de viento están provistos del llamado rotor Savonius, dado a conocer en la patente estadounidense número 1.697.574 (1929). Se trata de un rotor de baja velocidad que arranca con una velocidad de viento baja y es insensible a la dirección del viento. Tiene al menos dos palas curvas fijadas una frente a otra en ambos lados del eje de rotación. Una pala se mueve en la dirección del viento, produciendo más fuerza aerodinámica, mientras que la segunda pala se mueve en la dirección opuesta al viento, produciendo menos fuerza aerodinámica. El empuje resultante es debido a la diferencia entre las fuerzas aerodinámicas a cada lado del eje de rotación del rotor. También hay molinos de viento con rotores de tambor, en los que el rotor tiene una serie de palas repartidas entre los planos de limitación superior e inferior y dispuestas radial y simétricamente alrededor del eje de rotación vertical, adoptando la forma de un tambor giratorio. En la patente polaca PL128970 y la Patente estadounidense 4.007.999 se describen turbinas eólicas con rotores de este diseño.

- 25 La patente polaca PL 188 116 describe un rotor de turbina eólica con palas longitudinales fijadas radialmente al eje de rotación, en el que las palas se fijan entre el anillo exterior y el anillo interior, y cubren 2/3 del área del anillo de rueda así formado.

Además, la patente polaca PL 200 550 describe una turbina eólica con un rotor provisto de múltiples brazos montados a intervalos angulares iguales alrededor del eje vertical, y múltiples palas dispuestas en bloques. El número de los bloques de palas se elige entre dos y tres, y cada bloque está provisto de cuatro palas dispuestas sustancialmente paralelas al eje de rotación, mientras que las palas subsiguientes de los bloques más cercanas al eje están decaladas con respecto al eje de simetría de cada bloque en la dirección de rotación del rotor.

- 35 Existen diversas soluciones para aumentar la eficiencia de los rotores anteriormente descritos. Uno de los métodos básicos es añadir unos canales guía en la periferia exterior, que mejoran el flujo de entrada de aire al rotor. La turbina eólica conocida por la Patente Estadounidense 5553996 comprende múltiples palas dispuestas en ángulo alrededor del eje del bastidor en forma de tambor. El bastidor que forma el tambor está provisto de un elemento cilíndrico montado coaxialmente con el eje de rotación vertical, dentro del espacio formado por las palas rotativas. Este elemento cilíndrico dirige el viento por el camino correcto en el interior del tambor, donde actúa sobre las palas del rotor. Esta solución proporciona diferentes opciones de la forma de las palas y su disposición mutua.

La efectividad del rotor también puede mejorarse cubriendo la parte del rotor que se mueve contra el viento y produce la resistencia aerodinámica. Este hecho de cubrir una parte del rotor implica la necesidad de rastrear la dirección del viento. Por otra parte, cubrir sólo un lado del rotor introduce asimetría. Por lo tanto, muchos conceptos combinan el cubrimiento de una parte del rotor con la utilización de un sistema de rotores en tándem. La solución que presenta dos rotores con cubiertas colocados a modo de espejo hace que el sistema sea simétrico y sus rotores giren en direcciones opuestas, en contrarrotación. Un ejemplo de la solución puede ser la divulgada en la solicitud de patente publicada con el número DE 19718048A1. Los dos rotores están encerrados en una carcasa tipo caja. Se han propuesto varias versiones, cuya esencia consiste en el tamaño mínimo de la cubierta de la parte del rotor que gira en contra del viento. Por lo tanto, en una opción, los ejes de los rotores están muy cerca el uno del otro, de modo que las palas de los rotores encajen entre sí. Mientras que, en otra opción, las palas se pliegan cuando se mueven contra el viento, y se despliegan cuando se mueven con el viento.

- 55 Otra solución más en la misma línea es el molino de viento descrito en la publicación de patente EP0064440A2. El molino de viento está conformado como un perfil simétrico colocado en dirección vertical, y está montado de manera que siempre quede a favor del viento. Los dos rotores a contrarrotación se construyen de modo que el perfil cubra las partes del rotor que se mueven contra el viento. Las mitades de rotor que se mueven con el viento sobresalen del contorno del perfil. Con el fin de maximizar el diámetro de los rotores, sus ejes están tan cerca entre sí que las palas se solapan.

El siguiente paso en un tipo de construcción similar es la patente estadounidense 4764683. La forma del perfil se ha sustituido por una entrada y salida en cuña. Un rasgo característico es la introducción de una placa guía ajustable en la citada entrada. En el documento US4764683 solo cambia el grado de exposición de los rotores. El cambio de la placa guía no se produce en función de la fuerza del viento, sino únicamente en función del ajuste de la horquilla. La reducción del ángulo de apertura de la placa guía expone las palas del rotor y aumenta la potencia de los rotores. El

aumento del ángulo de apertura de la rueda de dirección provoca el cubrimiento de las palas y la reducción de la potencia obtenida con los rotores.

El documento FR2509384 da a conocer un dispositivo para la transformación de la energía de fluidos en movimiento, en particular corrientes de gas como el aire, o energía hidráulica, eléctrica, mecánica o térmica, que está constituido esencialmente por turbinas de flujo transversal o tangencial que no tienen mecanismo de control de rotación y por deflectores que canalizan el fluido hacia la turbina, y está caracterizado porque los dos deflectores son deflectores convergentes-divergentes, con perfiles paralelos, y porque las superficies de los dos deflectores están provistas de células fotovoltaicas.

Esa idea de diseño ha sido continuada por la solicitud de patente internacional publicada con el número WO2007045851. En esta solución dos perfiles convexos, paralelos entre sí, forman un canal convergente-divergente. En cada canal está colocado un rotor, en el que las partes del rotor que se mueven contra el viento están ocultas por unos perfiles, y las partes motrices se encuentran dentro de un canal.

Otra solución más aparece en la publicación de patente internacional WO2004051080, en la que se colocan dos rotores uno al lado del otro, con los ejes de rotación dispuestos en una línea perpendicular al viento, y están equipados con un quitavientos que cubre las partes que se mueven contra el viento, que están situadas entre los ejes.

Se presenta otra solución en la solicitud de patente polaca P 388704. Un molino de viento tiene una placa guía, que es una placa montada de forma pivotante sobre un mástil. Al final de la placa guía está montado un rotor, que es accionado por el aire que se desliza a lo largo de la placa. El diseño propuesto es también un sistema en tándem. En el diseño la placa guía dirige el aire recogido a lo largo de toda su longitud hacia parte del rotor que se mueve con el viento, aumentando así su eficacia.

Un molino de viento activo con el eje de rotación transversal a la dirección del viento, con al menos un módulo de molino de viento que contiene un conjunto de impulsores a contrarrotación que funcionan en configuración de tándem y están provistos de una placa guía en dos partes que cubre las partes del impulsor que se mueven contra el viento, en el que cada una de las placas guía está situada entre el mástil y uno de los impulsores, las partes derecha (K1) e izquierda (K2) de la placa guía son elementos separados y están conectados entre sí por un conjunto tensor (ZN), caracterizado por que los impulsores están permanentemente unidos a la placa guía y el conjunto tensor (ZN) es un mecanismo autoajutable que reacciona ante las fuerzas del viento.

El molino de viento activo en el que conjunto tensor (ZN) es un mecanismo tensor que empuja simétricamente sobre la placa guía derecha (K1) y la placa guía izquierda (K2) hacia el exterior.

El molino de viento activo está provisto de una guía en dos partes, en la que cada parte de la placa guía (K1 y K2) es una placa cuyo borde horizontal se extiende desde un mástil (M) hasta la periferia de un rotor (W) y su longitud (L) supera al diámetro (D) del rotor (W).

El molino de viento activo en el que las placas guía derecha (K1) e izquierda (K2) son los elementos estructurales que soportan el peso de los impulsores, en el que dichas placas guía están conectadas por un lado a los ejes verticales de los impulsores (W), y por el otro lado están fijadas sobre el mástil (M) independientemente una de otra.

El molino de viento activo en el que las placas guía derecha (K1) e izquierda (K2) están respectivamente fijadas a un casquillo derecho (T1) y un casquillo izquierdo (T2) sobre el mástil (M).

El molino de viento activo en el que el conjunto tensor (ZN) está compuesto por unos pares de barras de empuje (P) y de tracción (C) conectadas, mediante una articulación basculante, por un lado a las placas guía derecha (K1) e izquierda (K2), y por el otro lado a los extremos de al menos un elemento tensor (S).

El molino de viento activo en el que las placas guía derecha (K1) e izquierda (K2) están conectadas por un lado a los ejes de los impulsores verticales (W), y por el otro lado están montadas sobre el mástil (M) mediante un casquillo común (T).

El molino de viento activo en el que el conjunto tensor (ZN) se compone de unos pares de barras de empuje (P) conectadas, mediante una articulación basculante, por un lado a las placas guía derecha (K1) e izquierda (K2), y por el otro lado con el extremo de al menos un elemento tensor (S), cuyo otro extremo está unido al casquillo común (T) sobre el mástil (M).

El molino de viento activo en el que el conjunto tensor (ZN) se compone de al menos un elemento tensor (S) con sus extremos fijados, respectivamente, a las placas guía derecha (K1) e izquierda (K2) y que rodea el mástil (M) por fuera del módulo (MT) del molino de viento.

La ventaja del molino de viento propuesto en el presente documento es que permite un uso muy eficiente del viento, en particular a bajas velocidades, y al mismo tiempo protege al molino de viento frente a vientos muy rápidos al plegarse bajo el impacto de las fuerzas aerodinámicas.

5 El ejemplo de implementación de la solución está ilustrado por los dibujos, en los cuales la fig. 1 es una representación esquemática del sistema de rotor con la placa guía, la fig. 2 muestra esquemáticamente el principio de funcionamiento del molino de viento, la fig. 3 la primera opción de diseño, la fig. 4 la segunda opción de diseño, la fig. 5 la tercera opción de diseño, la fig. 6 el diagrama general del módulo de molino de viento.

10 En la implementación a modo de ejemplo se aplica el diseño de molino de viento en tándem. Al mástil M se sujeta una placa guía K, que consta de dos brazos independientes con unos rotores W en sus extremos. La placa guía K está fijada entre unas barras, a las que también están sujetos los rotores W. Cada parte de las guías K es una placa, que recoge una gran parte del viento y la dirige hasta el rotor W. Para este propósito, la longitud L de cada parte de placa guía K es mayor que el diámetro D del rotor W, es decir,  $L > D$ , como se muestra en la fig. 1. Para que la placa  
 15 funcione como una guía efectiva, el eje del rotor W deberá estar en la extensión de la placa guía K. La tolerancia de esta alineación es de  $\pm 10\%$  D. Las placas guía K son rectángulos con un borde montado de modo pivotante sobre el mástil M, y su altura corresponde a la longitud de los rotores W, cuyos ejes están situados entre las barras que son la extensión de las placas guía K perpendicularmente al mástil M. La parte derecha K1 de la placa guía y su parte izquierda K2 están conectadas por un conjunto tensor ZN, debido a lo cual el ángulo entre los brazos de la  
 20 placa guía K puede cambiar bajo el impacto de las fuerzas aerodinámicas, cuando el viento se desliza a lo largo de la placa guía K e impulsa el rotor W, cuyo eje se encuentra en la extensión de la superficie de la placa guía. Los diseños del conjunto tensor ZN del molino de viento pueden diferir dependiendo de la suspensión del molino de viento. En la primera opción de diseño, en la fig. 3, las placas guía izquierda y derecha K1 y K2 están montadas por separado sobre el mástil M y giran totalmente independientes una de otra. La placa guía derecha K1 está conectada  
 25 al casquillo derecho T1 montado sobre el mástil M, y la placa guía izquierda K2 al casquillo izquierdo T2 montado sobre el mástil M. El conjunto tensor ZN, en esta opción, consiste en cuatro barras de empuje P, cuatro barras de tracción C, y un elemento tensor S. Un par de barras de empuje P tienen sus extremos de un lado unidos de modo pivotante a los bastidores superior e inferior de la placa guía derecha K1, y el otro par de barras de empuje P a los bastidores superior e inferior de la placa guía izquierda K2, mientras que los otros extremos de todas las barras de empuje P están unidos juntos de forma pivotante a un extremo del elemento tensor S situado a media altura de la  
 30 placa guía K. Al segundo extremo del elemento tensor S están unidos juntos, de forma pivotante, los extremos de dos pares de barras de tracción C, cuyos otros extremos están conectados de manera pivotante a los bastidores superior e inferior, respectivamente, de las placas guía derecha e izquierda K1 y K2, entre el mástil y la montura de las barras de empuje P. En el ejemplo de implementación, las barras de tracción C pueden ser cables, y el elemento tensor S un muelle. En la segunda opción de diseño, mostrada en la fig. 4, entre los cojinetes inferior y superior está situado un casquillo bridado T, común a las placas guía derecha e izquierda K1 y K2. Las bridas de los casquillos están provistas de unas bisagras Z, a las que están unidas ambas placas guía. Las bisagras Z también pueden fijarse al casquillo común T de una manera diferente. El viento, que gira todo el molino de viento, hace que rote todo el casquillo. Con esta suspensión del molino de viento, el casquillo gira sobre el mástil junto con las dos placas guía.  
 40 Es por eso que el conjunto tensor ZN puede ser muy simple y consistir en dos pares de barras de empuje P y un elemento tensor S. El elemento tensor S está unido por un extremo al casquillo T sobre el mástil M, a media altura de la placa guía. El otro extremo del elemento tensor S está unido a las barras de empuje P, cuyos otros extremos están fijados a las placas guía derecha e izquierda K1 y K2, respectivamente. Ambos extremos de las barras de empuje P están montados de forma pivotante. El elemento tensor S, a través de las barras de empuje P, abre los brazos del molino de viento. Con viento fuerte, cuando las placas guía sufren el impacto de grandes fuerzas aerodinámicas, el elemento tensor se extiende, permitiendo así que el molino de viento se pliegue. La fig. 5 muestra la tercera y más simple opción de diseño del conjunto tensor ZN, que consiste en un elemento tensor S en forma de muelle fijado a las placas guía derecha e izquierda K1 y K2 y que reposa alrededor del mástil. El plegado de ambos brazos de la placa guía estira el muelle y lo curva alrededor del mástil. La fuerza resultante abre el molino de viento con viento ligero, y permite su plegado con viento fuerte. En otras opciones de diseño el conjunto tensor ZN puede consistir en otro número diferente de elementos tensores S, barras de empuje P y barras de tracción C, dependiendo, en particular, de la altura de las placas guía K.

55 Cada rotor W puede consistir en uno o más módulos MW de rotor, que se colocan para sostener la placa guía K, que también puede consistir en uno o varios módulos. Las placas guía están conectadas y fijadas a unos cojinetes superior e inferior sobre el mástil M. En la opción de diseño más simple, el molino de viento puede componerse de un único módulo MW de rotor montado en un único módulo K de placa guía fijado directamente sobre el mástil M. Este diseño modular permite un fácil ajuste de la potencia del molino de viento a las necesidades reales. El diseño de todo el molino de viento puede ser modular, lo que significa que pueden montarse múltiples módulos MT de  
 60 molino de viento sobre un único mástil. Cada placa guía K de un módulo MT de molino de viento puede montarse por separado en cojinetes sobre el mástil M, pero también pueden atornillarse juntas múltiples placas y unir las conjuntamente al mástil M.

65 Con viento suave, las partes de las placas guía se abren hasta un máximo de aproximadamente  $140^\circ$  entre las mismas. Con viento suave, el área superficial aprovechable para el viento es muy grande en comparación con la ocupada por los rotores. Las placas guía aceleran el flujo del aire, por lo que su velocidad alrededor del rotor supera

5 a la velocidad del viento. Debido a esto, el molino de viento funciona a velocidades bajas, a las que ningún rotor Savonius o rotor de tambor estándar puede girar. Esta gran área superficial, sin embargo, es peligrosa con vientos fuertes. Es por eso que bajo la presión aerodinámica, el conjunto tensor permite plegar el molino de viento a la posición cerrada. La posición cerrada del molino de viento reduce el área superficial aprovechable para el viento, y por lo tanto protege al molino de viento frente a cargas intensas. Al mismo tiempo, la potencia generada por el molino de viento será mucho menor.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Molino de viento activo con el eje de rotación transversal a la dirección del viento, con al menos un módulo de molino de viento que contiene un conjunto de impulsores a contrarrotación que funcionan en modo tándem, y provisto de una placa guía en dos partes que cubre las partes del impulsor que se mueven en contra del viento, en donde cada una de las placas guía está situada entre el mástil y uno de los impulsores, las partes derecha (K1) e izquierda (K2) de la placa guía son elementos independientes y están conectados entre sí por un conjunto tensor (ZN), **caracterizado por que** los impulsores están permanentemente unidos a la placa guía y el conjunto tensor (ZN) es un mecanismo autoajutable que reacciona a las fuerzas del viento.
- 10 2. El molino de viento activo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el conjunto tensor (ZN) es un mecanismo tensor que empuja simétricamente a la placa guía derecha (K1) y a la placa guía izquierda (K2) hacia el exterior.
- 15 3. El molino de viento activo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** está provisto de una guía en dos partes, en donde cada parte de la placa guía (K1 y K2) es una placa cuyo borde horizontal se extiende desde el mástil (M) hasta la periferia del rotor (W) y su longitud (L) supera al diámetro (D) del rotor (W).
- 20 4. El molino de viento activo de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** las placas guía derecha (K1) e izquierda (K2) son los elementos estructurales que soportan el peso de los impulsores, en donde dichas placas guía están conectadas por un lado a los ejes verticales de los impulsores (W), y por el otro lado están fijadas sobre el mástil (M) independientemente una de otra.
- 25 5. El molino de viento activo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las placas guía derecha (K1) e izquierda (K2) están fijadas, respectivamente, a un casquillo derecho (T1) y un casquillo izquierdo (T2) sobre el mástil (M).
- 30 6. El molino de viento activo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el conjunto tensor (ZN) se compone de unos pares de barras de empuje (P) y tracción (C) conectadas, mediante una articulación basculante, por un lado a las placas guía derecha (K1) e izquierda (K2) y por el otro lado a los extremos de al menos un elemento tensor (S).
- 35 7. El molino de viento activo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las placas guía derecha (K1) e izquierda (K2) están conectadas por un lado a los ejes verticales de los impulsores (W), y por el otro lado están fijadas al mástil (M) mediante un casquillo común (T).
- 40 8. El molino de viento activo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el conjunto tensor (ZN) se compone de unos pares de barras de empuje (P) conectadas, mediante una articulación basculante, por un lado a las placas guía derecha (K1) e izquierda (K2) y por el otro lado al extremo de al menos un elemento tensor (S) cuyo otro extremo está unido al casquillo común (T) sobre el mástil (M).
- 45 9. El molino de viento activo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el conjunto tensor (ZN) se compone de al menos un elemento tensor (S) con sus extremos fijados, respectivamente, a las placas guía derecha (K1) e izquierda (K2) y que rodea el mástil (M) por fuera del módulo (MT) del molino de viento.

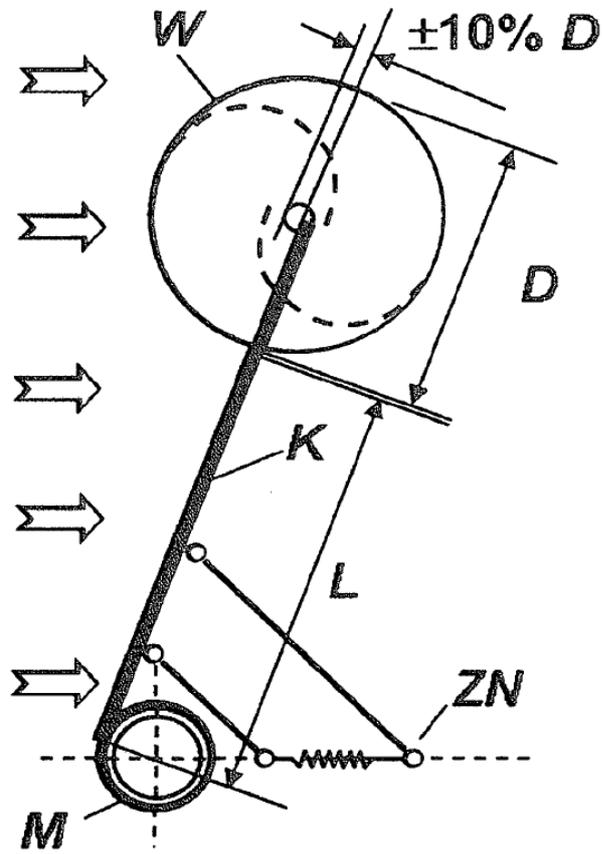


Fig.1.

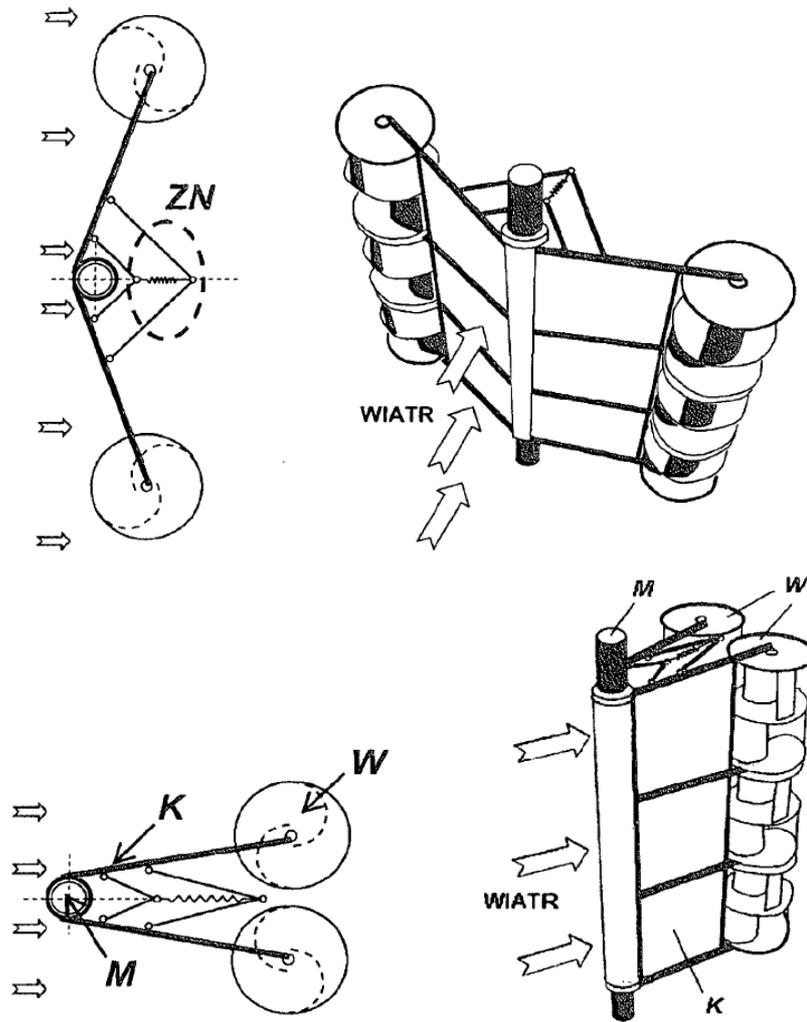


Fig. 2.

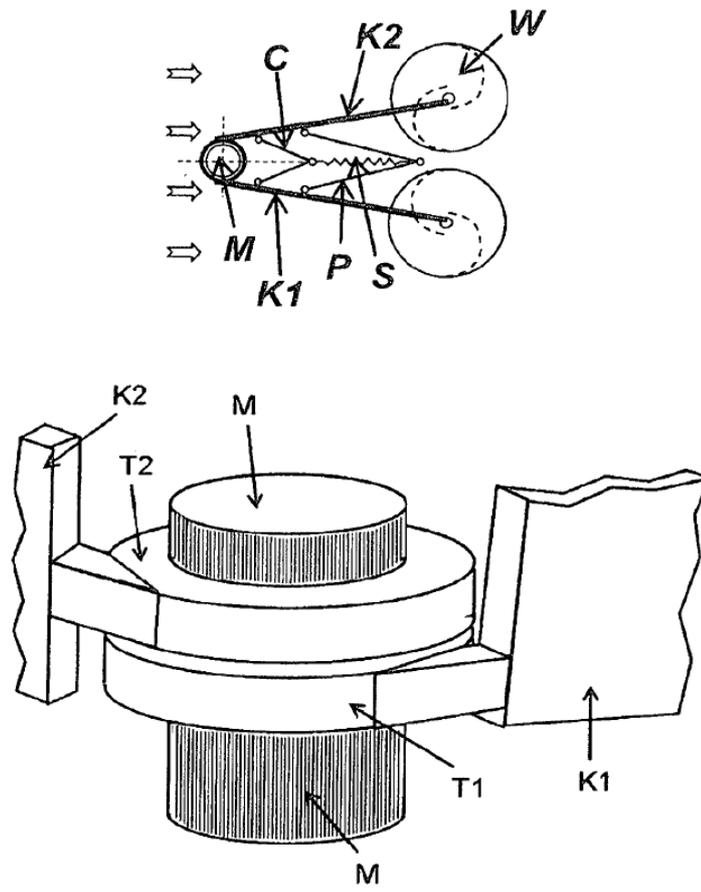


Fig.3.

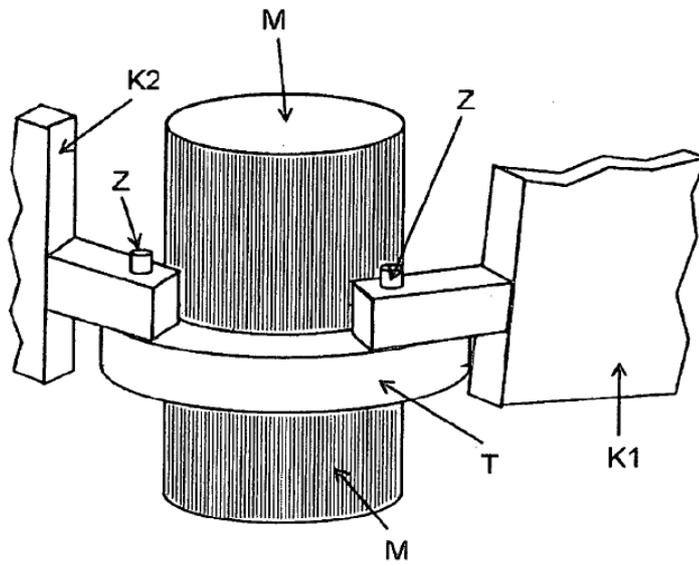
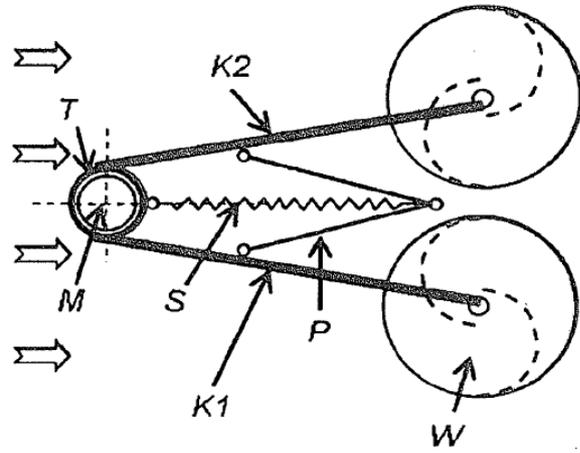


Fig.4.

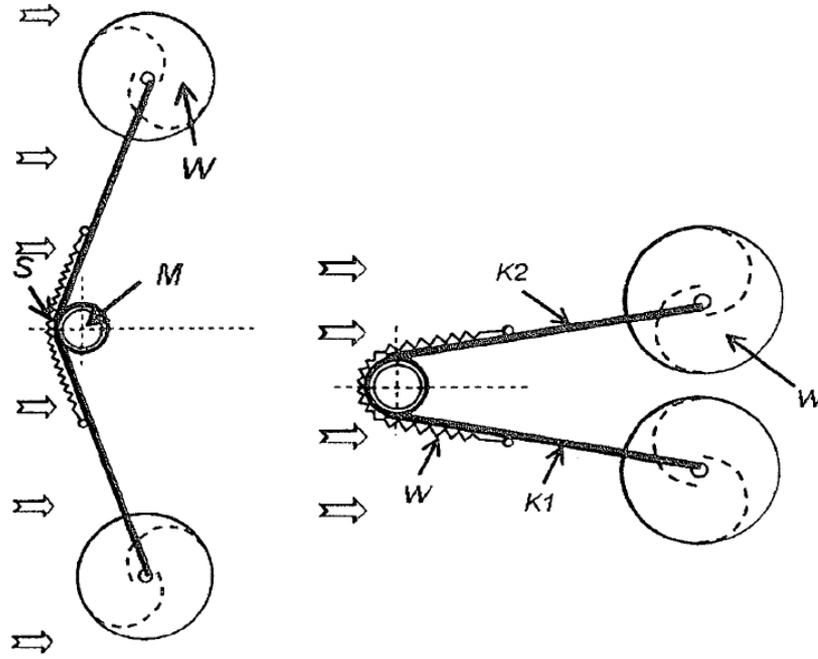


Fig.5.

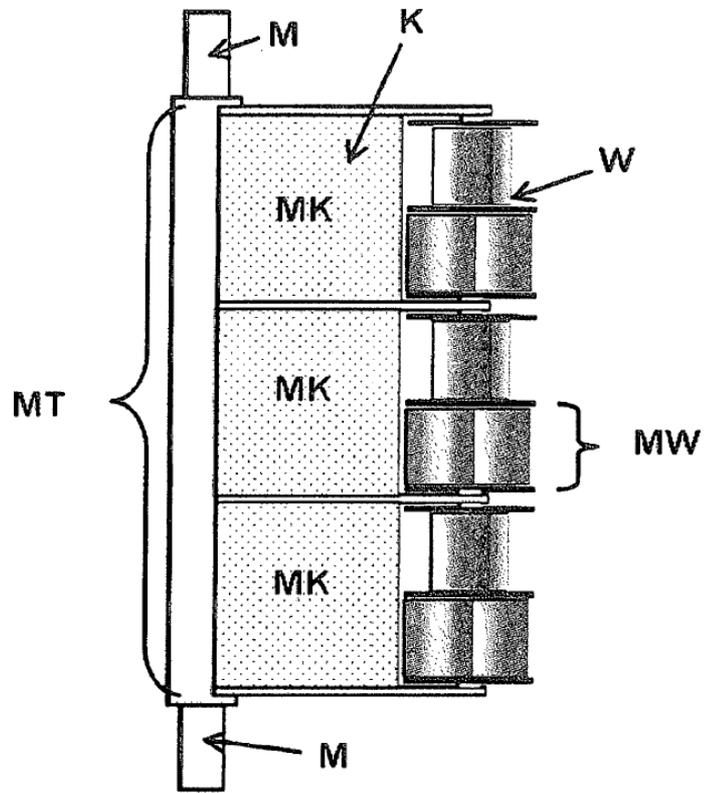


Fig.6.