



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 289 029**

51 Int. Cl.:
F03D 5/02 (2006.01)
F03D 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02011157 .1**

86 Fecha de presentación : **21.05.2002**

87 Número de publicación de la solicitud: **1260708**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **27.11.2002**

54 Título: **Turbina eólica de cinta sin fin.**

30 Prioridad: **24.05.2001 IT TO01A0492**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.02.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.02.2008

73 Titular/es: **Sergio Marocco**
Via E. Re. 1
27030 Frascarolo, PV, IT
Geo S.R.L.

72 Inventor/es: **Marocco, Sergio**

74 Agente: **García-Cabrerizo y del Santo, Pedro María**

ES 2 289 029 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

Turbina eólica de cinta sin fin.

5 La presente invención se refiere a un dispositivo estático impulsado por viento, y en particular a un dispositivo que puede funcionar como motor eólico de tipo “estático” (ya que no tiene miembros móviles externos) para aprovechar la fuerza del viento en diversos tipos de accionadores.

10 Se conocen diversos dispositivos en la técnica que aprovechan la fuerza del viento como impulsor para diversos tipos de aplicaciones motorizadas aguas abajo, por ejemplo el documento US-A-4049300, que describe un dispositivo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, y el documento US-A-4 186 314.

15 Estos dispositivos, sin embargo, no son completamente satisfactorios ya que siempre requieren disposiciones complejas con grandes tamaños (tales como, por ejemplo, dispositivos de dos o tres paletas de tipo molino) que tienen costes muy altos comparado con los resultados energéticos que finalmente obtienen.

20 El objeto de la presente invención es resolver los problemas de la técnica anterior, proporcionando un dispositivo estático impulsado por el viento que sea de una disposición sencilla, que tenga costes muy bajos y que al mismo tiempo permita obtener potencias de salida muy altas para aplicaciones domesticas o industriales.

25 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo como se ha indicado anteriormente que pueda aplicarse en correspondencia a cualquier tipo de velocidad de viento, adaptándolo a girar incluso a velocidades muy altas y que se realiza para que no se vea afectado negativamente por las velocidades del viento entrante, sino que al contrario las aproveche lo mejor posible.

30 El anterior y otros objetos y ventajas de la invención, como aparecen a partir de la siguiente descripción, se obtienen mediante un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas y variaciones no triviales de la presente invención se reivindican en las reivindicaciones dependientes.

35 La presente invención se describirá mejor mediante algunas realizaciones preferidas de la misma, dadas como ejemplo no limitante con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- La Figura 1 es una vista lateral esquemática de una realización del dispositivo de acuerdo con la presente invención;

40 - La Figura 2 es una vista detallada del dispositivo de la Figura 1;

- La Figura 3 es una vista lateral esquemática de una posible variación del dispositivo de la Figura 1; y

45 - La Figura 4 es una vista detallada del dispositivo de la Figura 3.

Con referencia a las Figuras, se muestran dos posibles realizaciones del dispositivo estático impulsado por viento 1 de la presente invención: resultará evidente para el especialista en la técnica que dichas realizaciones son puramente un ejemplo no limitante de la invención, ya que son posibles numerosas variaciones que tienen en cuenta tanto la realización de las piezas componentes individuales como los ángulos de inclinación de dichas piezas que dichas piezas tienen con respecto a la dirección del viento.

50 Como se muestra en las Figuras, el dispositivo 1 de la invención aprovecha la energía del viento insertándose simultáneamente en el entorno sin exponer los miembros móviles al exterior, tal como por ejemplo paletas rotatorias de las maquinas actuales con ejes horizontales, que son sin duda un peligro para vehículos voladores, además de ser muy costosas y necesitar, para su instalación, lugares que son lo más abiertos posible y que estén lejos de áreas habitadas. El dispositivo 1 de la invención, en lugar de ello, expone al viento una sección rígida y compacta, cuyo tamaño es preferiblemente rectangular, dentro de la cual se sitúan completamente todos los miembros móviles cuya función es aprovechar la energía del viento. Su forma rectangular está adaptada para aprovechar mejor la sección del viento, que los ventiladores con eje horizontal no aprovecha completamente, cuyo lado frontal expuesto al viento tiene una forma circular. Debido a su característica de no exponer miembros móviles al exterior, este tipo de estructura trabaja adicionalmente mejor cuando se instala cerca de áreas habitadas, o dentro de ellas, por ejemplo en los tejados de edificios, o en cualquier lugar que exponga un perfil irregular al viento.

60 El dispositivo 1 de la invención, como se muestra en las Figuras, tiene una estructura de soporte 2 que permite que el viento entre a lo largo de la dirección A en las Figuras y el viento salga a lo largo de la dirección C en las Figuras 1 y 3. Dentro de la estructura de soporte 2 un miembro móvil o elemento impulsor 3 se sitúa de manera que se expone a la acción del viento y está compuesto por un conjunto de elementos paralelos 6, 7 cuya sección es igual o parece un arco de corona circular y que tiene como característica tamaños muy pequeños con respecto a la longitud de desarrollo (no mostrado ya que se dirige normalmente al plano de los dibujos). Estos elementos 6, 7 se denominarán en lo sucesivo en este documento como “lengüetas” (incluso aunque no se limiten a dicha disposición) y son iguales, paralelos y a la misma distancia unos de otros, y forman globalmente un bucle cerrado, que se desliza bajo la acción del viento a

ES 2 289 029 T3

lo largo de una trayectoria que está caracterizada por dos secciones paralelas planas conectadas mutuamente por dos secciones con forma de semicilindro 8, 9.

A lo largo de esta trayectoria con forma de bucle, las lengüetas 6, 7 (divididas por claridad en una pluralidad de lengüetas de avance 6 y una pluralidad de lengüetas de retorno 7) se mantienen a la misma distancia y paralelas entre sí mediante uno o más elementos de soporte 10 que son flexibles y no extensibles (por ejemplo, de tipo cinta o cadena dentada), mutuamente iguales y paralelos, a los que se anclan de manera que no tienen libertad angular a lo largo de su plano de sección. De estos elementos, obviamente solo uno de ellos se muestra en las Figuras, que es el que puede encontrarse en el plano de la figura. Está claro que la operación de anclaje de las lengüetas 6, 7 a los elementos de soporte 10 se realiza de manera que el plano longitudinal de simetría de las lengüetas 6, 7 tiene, con respecto a la dirección del viento, un ángulo que se elige tras diseñar el dispositivo 1 de una manera óptima de acuerdo con las aplicaciones. Esto implica generalmente que también los planos de deslizamiento de los soportes 10 a continuación de las secciones de la parte rectilínea están inclinados con respecto a la dirección del viento, como puede observarse en todas las Figuras.

El elemento de soporte flexible 10 (que se mueve a lo largo de la dirección de las Figuras) está engranado, en las áreas inversas de movimiento 8, 9 con ensamblajes de dos o más poleas dentadas 4, 4', al menos una de las cuales puede transmitir la potencia mecánica recibida por las lengüetas 6, 7 a una máquina de usuario aguas abajo (no mostrada, por ejemplo un generador eléctrico, una bomba de achique de agua, etc.). Obviamente, en las secciones planas de la trayectoria, el elemento de soporte 10 tendrá que ser guiado con sistemas de baja fricción (ruedas de bolas, cojinetes u otros) porque en general las lengüetas 6, 7 reciben, desde el aire que transita a través de las mismas, empujes equipados con un componente transversal no nulo. El área interna del bucle móvil de la lengüeta 6, 7 está ocupado por elementos de guía fijos 5', geoméricamente del mismo tipo que las lengüetas 6, 7, cuyo propósito es permitir el paso de aire desde las lengüetas 6 que están en el área de avance a las lengüetas 7 que están en el área de retorno, con fugas de energía mínimas.

Respecto al funcionamiento del dispositivo 1 de la invención, la Figura 2 muestra una sección ampliada del sistema con lengüetas móviles 6, 7 y elementos de guía 5', en el los que los vectores aparecen también de manera que indican la velocidad de aire en los diferentes planos de paso entre las lengüetas 6, 7 y los elementos de guía 5'. El módulo del vector de la velocidad absoluta del aire (VA) y la velocidad relativa (VR) y el módulo del vector de la velocidad de deslizamiento (V) de las lengüetas 6, 7 (expresado gráficamente en una escala arbitraria) además de sus ángulos con respecto al dispositivo transversal 1 plano, se deben al cómputo teórico, cuya suposición básica es que el caudal volumétrico de aire es constante a través de todo el dispositivo 1. De esta manera, se reducen todas las variaciones que tienen que ver con la presión, masa volúmica y temperatura debido a la fricción y pérdidas de vorticidad parasitaria y sobre todo debido a la energía de trabajo que el aire transmite a las lengüetas 6, 7, con la consecuente modificación de su módulo de velocidad entre la entrada y la salida.

Se han desarrollado también fórmulas que tienen en cuenta las variaciones mencionadas anteriormente, basado en la teoría de corrientes estacionarias en los fluidos. Se observará que el diagrama teórico mostrado en la Figura 2 es bastante arbitrario respecto a los tamaños lineales de las lengüetas 6, 7 de conformidad con la suposición básica anterior: si se reducen las pérdidas, la longitud de la trayectoria no es necesaria para los cálculos. Obviamente los ángulos de entrada y salida de las lengüetas móviles 6, 7 y los elementos de guía 5' no son arbitrarios. Necesariamente deben definirse (de una manera diferente o igual unos respecto a otros, de manera que la velocidad del aire no se somete a variaciones angulares cuando pasa entre los diferentes miembros, tales variaciones que dando lugar a vorticidades. En el caso de cómputo particular cuyos resultados se incluyen en este documento, se han realizado también las siguientes hipótesis: a) la energía restada al aire mediante las lengüetas de retorno 7 es igual a la energía absorbida por las lengüetas de avance 6. Esto ha conducido a elementos de guía fijos 5' que son simétricos con respecto al dispositivo medio 1 plano y a las lengüetas móviles 6, 7 con un ángulo cero sobre su borde interno; b) la energía dada por el viento al dispositivo 1 es, de forma compatible con esta hipótesis, a) el máximo posible: esto ha definido a un ángulo óptimo entre el dispositivo medio 1 plano y la horizontal que es igual a 35°16'. Con respecto a la energía que puede obtenerse por unidad de sección de viento, en el caso de cómputo elegido se usa la siguiente fórmula:

$$P = 1/3 \eta \rho V^3$$

en la que:

ρ es la densidad de entrada del aire en kg/mc;

V es la velocidad del viento en m/s; y

η es un coeficiente de eficacia.

Suponiendo por ejemplo $\rho=1,25$ kg/mc y $\eta=0,7$, se obtienen los siguientes valores de energía muy alta con respecto a la velocidad del viento:

V	8	12	16	20	m/s
P	149,3	504,0	1.194,7	2.333,3	W/m ²

ES 2 289 029 T3

De forma natural, es posible que un ajuste de cómputo diferente dé resultados aún mejores. Los valores de energía mostrados anteriormente corresponden a una situación de equilibrio entre la suma de los empujes ejercidos por el viento sobre las lengüetas y el par o pares de torsión de resistencia ejercidos en las áreas de salida de la estructura 2. Supongamos que el usuario está desconectado. Las lengüetas empezarán a acelerar, manteniendo sin embargo una dirección de movimiento sin cambio. Como la dirección del viento tampoco cambia, al menos al principio, la consecuencia transitoria inevitable es una disminución del módulo y una modificación de la dirección con respecto a la velocidad del aire relativa con respecto a las lengüetas de avance 6. La modificación de la dirección implica, a su vez, la presencia de un componente de velocidad relativa, que es perpendicular a la superficie de la lengüeta, que inevitablemente crea vorticidades, con la consiguiente pérdida de energía cinética y aumento de presión en el aire en tránsito. Este fenómeno que se repite también en los otros dos pasos aguas abajo entre las lengüetas móviles y fijas, hace que el aire que entra encuentre más obstáculos a su penetración al dispositivo 1 y en consecuencia empieza a desviarse hacia abajo, tendiendo a ser paralelo con la superficie del dispositivo expuesto 1. Esto disminuye adicionalmente el caudal de aire a través del dispositivo 1 etc. Al final del tránsito, las lengüetas habrán alcanzado una velocidad correspondiente a un caudal de trabajo casi nulo, que es el caudal estrictamente necesario para compensar los desgastes internos. Esta velocidad sin carga se denominará “velocidad de escape”.

Si el sistema usuario se excluye, pero requiere menos energía que el estimado, el dispositivo 1 tiende a acelerarse, sin alcanzar su velocidad de escape. Esto puede ser aceptable, aunque dentro de ciertos límites (por ejemplo: dinamos que suministran baterías o baños electrolíticos) o no puede ser aceptable (por ejemplo: alternador conectado a la línea principal). Aunque de todas formas es necesario proporcionar un sistema de ajuste del caudal de entrada.

Una primera disposición de ajuste posible (no mostrada) se proporciona de manera que toda la estructura 2 se instala en una plataforma que gira alrededor de un eje vertical, de manera que la plataforma, equipada con una mecanización adecuada puede ser manejada por operarios o sistemas automáticos para ajustar su exposición al viento. Probablemente será adecuada, en otros casos, en los que el dispositivo 1 puede orientarse por la misma acción del viento, de manera que en cualquier caso ofrece al viento su máxima superficie de trabajo. En estos casos, los ajustes tendrán que darse a otro miembro automático como se menciona a continuación. Una plataforma rotatoria similar sin duda tiene menos estabilidad y problemas de seguridad con respecto a sistemas orientados para grandes ventiladores con ejes horizontales.

Un segundo sistema de ajuste, como se muestra en las Figuras 3 y 4 proporciona el dispositivo 1 para que esté equipado en su entrada (véase las Figuras 3 y 4) con un sistema de división compuesto por una pluralidad de lengüetas 11 capaces de orientarse y disponerse a lo largo de la superficie del dispositivo 1 que está expuesto directamente al viento. Si por ejemplo la máquina se usa para suministrar alternadores conectados a la línea eléctrica principal, debe asegurarse una velocidad de lengüeta constante cuando cambia la carga. Después de haber descubierto, basando en encuestas medioambientales, cual es la velocidad del viento más frecuente en el área de la instalación, el dispositivo 1 tendrá que diseñarse de manera que se requiere una energía nominal para la planta que corresponde a dicha velocidad (o a una velocidad razonablemente menor si los periodos de uso van a ser prolongados) y que, en el caso de viento más fuerte, el caudal de aire disminuya automáticamente orientando de diferente manera las lengüetas 11 del sistema de división, o la plataforma de giro o ambos.

En un segundo ejemplo no limitante de uso de dicho sistema, el dispositivo 1 puede funcionar dentro de un intervalo de velocidad dado (si se usa una dinamo, por ejemplo). En lugar de sobre la frecuencia, para accionar las lengüetas de división 11 este dispositivo automático puede basarse en la velocidad de las lengüetas móviles, funcionando de esta manera para mantener dicha velocidad dentro del intervalo requerido por las características de los usuarios.

Finalmente, puede proporcionarse un tercer sistema de ajuste para la posible variación de la inclinación del dispositivo 1 frontal con respecto a la horizontal, haciendo que el propio dispositivo 1 gire alrededor de su eje horizontal, por ejemplo el inferior. Esto puede ser útil entre otros en el caso de un viento excepcionalmente fuerte, para “doblar” más o menos el dispositivo 1 para reducir su lado frontal expuesto al viento y las tensiones a las estructuras y cimientos.

Algunas realizaciones preferidas de la presente invención se muestran en lo descrito anteriormente. Obviamente, a un especialista en la técnica se le ocurrirán fácilmente numerosas variaciones y modificaciones, funcionalmente equivalentes a las anteriores, que son posibles y están dentro del alcance de la invención como se indica en las reivindicaciones adjuntas.

Por ejemplo, puede proporcionarse una protección en el área de salida del aire desde la estructura 2 desde la acción de viento directa. Esto, si se permite la salida de aire sin alterar desde el dispositivo 1, por otro lado genera, como se sabe bien, un aumento de presión en esta área, que puede ser útil ya que también el aire que viene del dispositivo 1, que ha perdido su velocidad dependiendo de la teoría ya mencionada de corrientes estacionarias, ciertamente gana respecto a densidad y presión.

Como ejemplo adicional, puede proporcionarse que el dispositivo 1 de la invención esté equipado con al menos un detector de velocidad de viento (no mostrado) y un detector de velocidad de la máquina usuario (no mostrado) para disponer un control electrónico y una parte de comando que, dependiendo de las velocidades detectadas, permita la orientación del dispositivo de la manera más eficaz.

ES 2 289 029 T3

Además, es posible proporcionar una pluralidad de dispositivos como se ha descrito anteriormente que se disponen uno sobre el otro, y uno al lado del otro en paralelo, de acuerdo con las aplicaciones.

5 Adicionalmente aún, la velocidad de escape puede usarse en las maniobras de puesta en marcha del dispositivo 1, empezando hasta que se alcanza una velocidad sin carga y después insertando gradualmente los usuarios (por ejemplo mediante un dispositivo de embrague) con la siguiente ralentización gradual del dispositivo hacia su velocidad de operación.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo estático impulsado por viento (1) que comprende:

5 - una estructura de soporte (2) adaptada para permitir que el viento entre y salga del dispositivo; y

10 - un elemento impulsor con forma de lengüeta (3) situado dentro de dicha estructura de soporte (2) de manera que se hace pasar a través y se mantiene en movimiento mediante el viento, estando realizado dicho elemento impulsor (3) con una configuración de bucle cerrado y que gira alrededor de al menos un par de poleas dentadas (4, 4') adaptadas para transmitir energía a máquinas usuarias aguas abajo, estando adaptadas dichas poleas dentadas (4, 4') para girar alrededor de ejes cuya posición mutua puede cambiarse de una manera controlada en el espacio, dicho elemento impulsor (3) está situado alrededor de un área interna de transferencia de aire (5) y está compuesta por una pluralidad de lengüetas de avance (6), una pluralidad de lengüetas de retorno (7) y al menos dos áreas inversas en forma de lengüeta (8), (9) adaptadas para conectar mutuamente dichas lengüetas de avance (6) y dichas lengüetas de retorno (7);

20 **caracterizado** porque dicho dispositivo (1) está equipado adicionalmente con una pluralidad de lengüetas de división (11) situadas aguas arriba de la pluralidad de lengüetas de avance (6) de manera que se reduce la fuerza del viento que entra en dicho dispositivo (1), estando adaptadas dichas lengüetas de división (11) para girar de manera que proporcionan un ángulo de entrada variable al viento.

25 2. Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicha pluralidad de lengüetas de avance (6) y dicha pluralidad de lengüetas de retorno (7) están soportadas por uno o más elementos de soporte de bucle cerrado (10) y están adaptadas para realizar un ángulo que es diferente de 0° entre su plano longitudinal de simetría y la dirección de entrada y salida del viento.

30 3. Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque el ángulo formado por el plano longitudinal de simetría de las lengüetas de avance (6) y la dirección de entrada del viento es diferente del ángulo formado por el plano longitudinal de simetría de las lengüetas de retorno (7) con la dirección de salida del viento.

35 4. Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado** porque dicha área interna de transferencia de aire (5) está equipada con una pluralidad de elementos de guía (5') cuyo plano longitudinal de simetría forma un ángulo diferente de 0° con la dirección de entrada del viento.

40 5. Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 2, 3 o 4 **caracterizado** porque los ángulos formados por los ejes longitudinales de las lengüetas de avance (6), lengüetas de retorno (7) y elementos de guía (5') con la dirección del viento son todos respectivamente diferentes entre sí.

45 6. Dispositivo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque dicha estructura (2) está instalada sobre una plataforma que gira alrededor de un eje vertical, de manera que dicha estructura (2) puede orientarse de manera que muestra al viento su máxima superficie de trabajo, o para disminuir su exposición en caso de viento fuerte.

50 7. Dispositivo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el ángulo entre el plano medio del dispositivo (1) y el horizonte es variable y se ajusta dependiendo de la fuerza del viento y necesidades del usuario.

55 8. Dispositivo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque dicho dispositivo (1) está adaptado para cambiar la inclinación de su lado frontal con respecto a la horizontal, pudiendo girar el dispositivo (1) alrededor de su eje horizontal, por ejemplo el eje inferior.

60 9. Dispositivo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque está equipado adicionalmente con al menos un detector de velocidad del viento y un detector de velocidad de la máquina usuario, estando accionado dicho dispositivo (1) y controlado por un control electrónico y con una parte de comando que, dependiendo de las velocidades detectadas, permite el ajuste automático del dispositivo (1) de acuerdo con las aplicaciones.

65 10. Dispositivo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque está adaptado para usarlo apilado operativamente sobre otros dispositivos (1) del mismo tipo.

11. Dispositivo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 **caracterizado** porque se usa de forma operativa además de en paralelo con otros dispositivos (1) del mismo tipo.

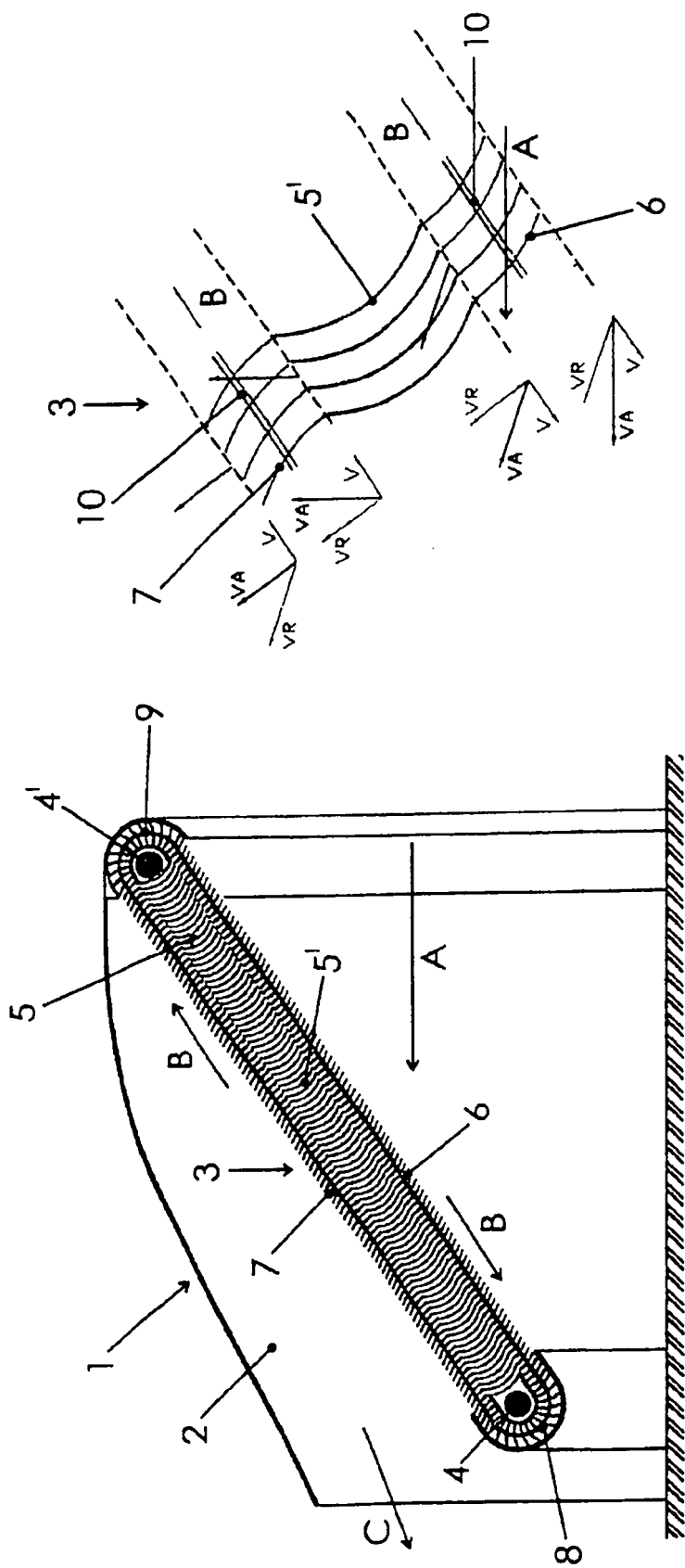


Fig. 2

Fig. 1

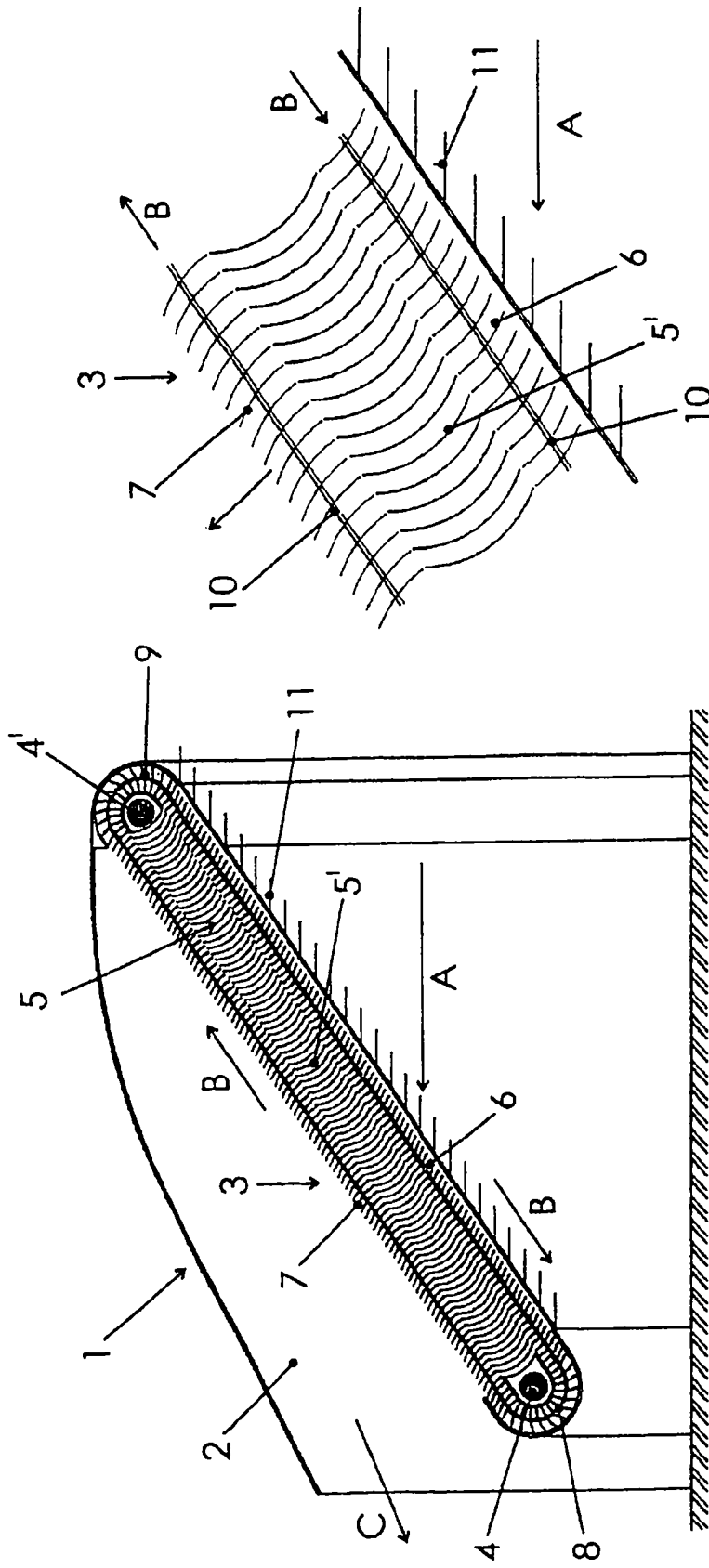


Fig. 4

Fig. 3