(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 301 919**

(51) Int. Cl.:
F03D 3/06 (2006.01)
F03D 3/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Número de solicitud europea: **04028646 .0**
(86) Fecha de presentación : **03.12.2004**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1672214**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **21.06.2006**

(54) Título: **Turbina eólica de eje vertical con sistema de control para cometa de dirección.**

(73) Titular/es: **Massimo Ippolito**
Via XXV Aprile, 8
10023 Chieri TO, IT

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.07.2008

(72) Inventor/es: **Ippolito, Massimo**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.07.2008

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

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Turbina eólica de eje vertical con sistema de control para cometa de dirección.

La presente invención se refiere a un sistema de control rápido adaptado para convertir energía utilizando las características de las cometas o alas finas genéricas permitiendo desarrollar centrales eléctricas de alto potencial.

El campo de esta invención se refiere a dispositivos que convierten la energía eólica, más específicamente un dispositivo que controla estructuras volantes/planeadoras unidas, mediante cuerdas, a una estructura en el suelo que convierte la energía mecánica típicamente en energía eléctrica.

Los documentos de la técnica anterior más relevantes en este campo son: US-A-3924827, US-A-3924827, US-A-4076190, US-A-4124182, US-A-4251040, US-A-4659940, CN-A-1052723, US-A-5056447, US-A-5533694, US-A-5931416, US-A-6072245, US-A-6254034 y US-A-6523781. Otros documentos de la técnica anterior son: CN 2839918 1980-03-27 HETER, ERICH XPxp002343492-URL: http://web.archive.org/wen/20040925005901/http://sequoia online.com/>XP0023 43508-URL: http://europa.eu.int/comm/research/energy/pdf/other_res_02ippolito.pdf> y "Renewable energy Technologies and socio-economic tools in-foday", 19 de octubre de 2004, "Wind converters", M. Ippolito. Este documento describe un sistema para convertir la energía cinética de los vientos en energía eléctrica. El sistema comprende una pluralidad de cometas que se controlan mediante servo- accionadores y detectores. La pluralidad de cometas está conectada a una base circular rotatoria.

Todas estas patentes describen dispositivos para recoger energía eólica en altitud usando alas finas, cometas, planeadores, etc. La patente más antigua y más relevante que explica la ocasión de recoger energía del viento en altitud mediante cometas o alas finas es el documento US-A-3987987 en nombre de MCCUTCHEN PAYNE, que describe la idea preliminar a partir de la cual son posibles diversos desarrollos. Algunas patentes describen un método para utilizar la fuerza ascendente de un ala fina, otras (documento US6523781 Ragner) reivindican que la fuerza de elevación es mayor y también mayor la densidad de energía que puede recogerse.

El solicitante evita reivindicar características de la física del ala fina o cometa que ya se han descrito totalmente en la ciencia aeronáutica y de los molinos de viento.

La presente patente puede considerarse similar en el sentido de que las palabras clave son las mismas: viento, alas planas, energía, etc., aunque propone y reivindica una máquina específica y diseñada originalmente completa de solución detallada que puede conducir directamente a una nueva categoría de generador eólico aprovechable.

El solicitante está de acuerdo con los principios generales descritos suficientemente por los trabajos y patentes anteriores.

La patente US6072245 de Ockles, es cualitativamente similar a esta patente, describe en detalle la totalidad y elementos específicos de una máquina de utilización del viento que podría conducir a su utilización. La máquina de Ockles es diferente de la descrita en la presente solicitud de invención y también las características y funcionamiento son diferentes.

Por esta razón, este capitulo de la técnica anterior no comparará las patentes existentes o la técnica anterior con la presente invención, considerando que la presente invención es otra máquina eólica, con un nuevo y original enfoque para realizar una máquina de utilización del viento a gran altitud. La invención pretende mejorar el sistema de la técnica anterior para convertir la energía eólica. Esto se consigue con un sistema de acuerdo con la reivindicación 1.

Sumario

KiWiGen se centra en el desarrollo de un generador de viento troposférico, denominado en lo sucesivo en este documento generador de viento tipo corneta KiWiGen. El concepto es bastante sencillo, como lo son todas las ideas verdaderamente imaginativas: aprovechar la fuerza asombrosa del viento desarrollando un nuevo método para capturarlo, que atraparía una cantidad mucho mayor que los molinos de viento actuales. Para hacer esto debe obtenerse una altitud mucho más alta, alcanzando los vientos que soplan continuamente y están varios cientos de metros por encima del nivel del mar. Este medio es una serie de cometas eólicas, similares a planeadores, que están unidas una por encima de otra en tándem. Cruzando el horizonte en un amplio arco actúan como una red. De esta manera, atrapan una enorme cantidad de viento, mucho mayor que la de los molinos de un parque eólico convencional.

Además, es necesario controlar las cometas, de manera que siempre estén volando de una manera que captura mejor la intensidad y dirección variables del viento. Aquí es donde el solicitante ha desarrollado la hipótesis. El solicitante se dio cuenta de que lo que su propietario Tri-Axial Acceleration Computers, (SeTAC) había diseñado y fabricado durante tres años con fines de aplicación en automoción industrial y aviónica podría usarse como base para un sistema de control tridimensional. Los detectores KiWiGen determinarán la localización de las cometas en el cielo y modificarán su posición, ángulo y tensión permitiendo que atrapen la mayor fuerza del viento. Otro avance principal es en el diseño físico del sistema. Los sistemas de cometas se montan en un marco móvil que parece un carrusel. Esta estructura de tensor circular gira alrededor de un eje vertical cuyo centro de giro está engranado con un alternador convencional. En efecto, es un tiovivo gigante, de peso muy ligero, "accionado" por cometas enganchadas en tándem,

hasta una altitud varias veces mayor que los molinos de viento convencionales. A esta altura, en condiciones óptimas, las cometas pueden alcanzar una velocidad que permite producir una máquina de utilización de la elevación en lugar de una máquina ascendente. Como el viento eleva y empuja las cometas hacia la inexplorada y azul lejanía, la serie de cometas entra en contacto con un volumen mucho mayor de viento. El sistema de carrusel puede generar una cantidad de energía eléctrica equivalente a la salida de toda una central eléctrica convencional inimaginable por otros métodos.

Descripción detallada de la ingeniería

Enfoque general

KiWiGen tratará con aspectos más interdisciplinares, es decir, la aerodinámica del viento y los planos aerodinámicos más mecatrónica de control sofisticado.

Para la parte de aerodinámica del viento y planos aerodinámicos, el solicitante supone que la investigación y por consiguiente el mercado ya ofrece cometas especiales. Se clasifican como cometas de potencia con un importante trasfondo de investigación y características que son adecuadas para su implementación como componente. Por consiguiente, la patente se centra principalmente en la descripción del aparato de control que puede dividirse conceptualmente en sistemas detectores, hardware de actuación en el suelo y en la cometa, además del software de control.

Un conjunto especial de detectores auto-accionados por viento tales como acelerómetros/inclinómetros triaxiales es el equipo a bordo de la cometa en conexión inalámbrica con el KSU [Figura 4].

Desde el punto de vista del hardware, la parte tecnológica se toma prestada del campo de la robótica, aprovechando en profundidad accionadores servo-motorizados y controles numéricos.

Cometas

La cometa [31] es la interfaz entre la energía eólica natural y la máquina de utilización.

Capturando la energía cinética del viento, las cometas pueden suministrar una cantidad masiva de energía mecánica que procede de la fuerza de tracción ejercida sobre el cable [11] y que está multiplicada por el desplazamiento arbitrario de la cometa. Gracias a los últimos estudios aerodinámicos y aplicaciones, las cometas pueden proporcionar características particulares en términos de maniobrabilidad y control, mientras que la energía transferida desde el viento puede modularse debido a la maniobrabilidad de la cometa. Los diagramas específicos representan la potencia máxima y las áreas de pérdida de velocidad de la cometa respecto al viento. Por lo tanto, dirigiendo la cometa apropiadamente, es posible navegar el espacio aéreo modulando el estado de máxima potencia de tracción y las direcciones.

Las cometas podrían ensamblarse en series en tándem [12] para mejorar el área del plano aerodinámico total.

Uno de los avances más importantes de KiWiGen es la dirección de la cometa con dos volantes y la ausencia de ninguna clase de mecanismo en la estructura voladora; gracias a la estrategia de control el control de altitud de la cometa es innecesario.

Instrumentación a bordo

Los ordenadores de aceleración triaxial patentados por el solicitante (seTAC) [84] que se han diseñado y fabricado durante muchos años con fines de aplicación en automoción industrial y aviónica, pueden usarse como base para un sistema de control tridimensional. Una versión especial del SeTAC [81] auto-accionado tal como el acelerómetro/inclinómetro triaxial es el equipo a bordo de la cometa en conexión inalámbrica con el KSU [Figura 4].

El SeTAC se montará a bordo de la cometa y se accionará con un panel solar flexible [83]; un pequeño y ligero acumulador [82] proporcionará la transmisión y la energía de suministro de potencia al detector, incluso durante la noche.

El auto-accionamiento se requiere también para evitar trayectorias conductoras para carga atmosférica electroestática entre las masas de aire en altitud y el suelo.

Los detectores KiWiGen detectan la localización de las cometas en el cielo para modificar su posición, ángulo y tensión, permitiendo que atrapen la mayor fuerza del viento.

Unidad de dirección de la cometa [Figura 4]

La unidad de dirección de la cometa es el ensamblaje compuesto por los accionadores de alta resistencia [41], los accionadores de alta velocidad [52], el control numérico completado por el software de control y una estructura que contiene estos componentes. Diversos KSU incluidos en el centro de giro [19] se convertirán en componentes en la realización más amplia denominada carrusel [Figura 1].

El software de control

Es el núcleo que hace posible la invención y debe constituirse con una toma de decisiones basada en percepción, modelado de movimiento y fuerza de la cometa en el espacio. Se adopta un enfoque analítico para ajustar los algoritmos especiales. La interfaz remota del control numérico es la característica principal en la que se basa el método para ajustar el conocimiento y la capacidad para una cometa automática.

Este conocimiento es exhaustivo de una reacción correcta frente a eventos no previstos y variaciones naturales del viento. Esta capacidad estará potenciada por una característica mecánica especial del KSU que implementa una fuerza de contrapeso a la cometa [42] para estabilizar todos los parámetros físicos implicados en la dirección de la cometa.

El controlador generador de cometa adquiere la capacidad y copia el comportamiento de una persona entrenada que dirige cometas acrobáticas. Este resultado se conseguirá principalmente mediante un enfoque analítico que significa que el sistema se describe y controla mediante un conjunto de algoritmos diseñados especialmente que proporcionan retroalimentación a las cuerdas a través de cabestrantes/carretes [41], en base a los datos recogidos por los detectores. Este software puede cambiarse de escala a diferentes niveles de codificación de dificultad y eficacia para aprovechar el viento. Por un lado, una codificación más fácil puede comportarse de un modo conservativo mejorando el determinismo operativo. Por otro lado, la complejidad del software puede forzarse hacia el rendimiento acrobático mejorando de esta manera la recogida de energía en altitud. En cualquier caso, el cálculo de potencia disponible en los microprocesadores actuales puede soportar cualquier nivel de complejidad de software en tiempo real y demandas de recursos; ciertamente suficiente para superar a los seres humanos proporcionando retroacciones rápidas y calibradas.

Control numérico

El generador de cometa KSU tiene un diagrama funcional muy similar al de una máquina industrial. Puede usar componentes convencionales de la tecnología empleada en la realización del grupo electromecánico, incluyendo servoactuadores, servo-motores y codificadores. El hardware electrónico típico que controla toda la cadena de componentes es un control numérico multiaxial.

El control numérico podría soportarse mediante una capacidad de cálculo adicional para realizar la emulación del modelo tridimensional en tiempo real de la cometa en el aire. El modelo de software de ejecución dirige el comportamiento físico del KiWiGen a través del control numérico.

Accionadores

El KSU, modificando el equilibrio tracción/fuerza de las cuerdas de la cometa, implementará la capacidad de dirección de la cometa. Las cometas, en particular en los ensamblajes en tándem, ejercen una tracción que podría estar en el intervalo de mega Newton, la unidad de dirección trata con esta fuerza a través de un cabestrante primario [41] con dicha capacidad de par motor. Aunque un engranaje de reducción con este rendimiento reduce en gran medida la velocidad de actuación, que en ocasiones se requiere para una reacción rápida para ráfagas de viento o para un repliegue de emergencia. Dos subsistemas proporcionan la actuación rápida para las dos situaciones: el accionador de contrapeso pasivo [42] para el control adaptativo a viento rápido y el cabestrante de alta velocidad de fuerza menor en serie para el repliegue rápido o para llevar de nuevo las cometas al punto de origen [Figura 3].

Accionador de contrapeso pasivo

El contrapeso pasivo es el estabilizador pasivo de las cuerdas de tensión/fuerza obtenido mediante un contrapeso suspendido [42] y una serie de poleas desmultiplicadoras [43] para amplificar la extensión de utilización de las cuerdas de la cometa, comparado con el contrapeso vertical y el movimiento de traslación gravitatoria.

En el caso de que haya ráfagas de viento o ausencia instantánea de viento el dispositivo reacciona apropiadamente manteniendo la fuerza sobre las cuerdas durante un tiempo suficiente para hacer al sistema en su conjunto no sensible al caso, permitiendo que el accionador se active para dirigir la reacción apropiada con el tiempo.

El peso de este dispositivo es proporcional a la fuerza máxima esperada mediante las cometas multiplicada por el número de poleas desmultiplicadoras [44].

Accionador secundario de repliegue de emergencia

El cabestrante primario [41] actúa en serie con el cabestrante secundario [52] que se usa únicamente para enrollar las cuerdas de la cometa en un modo rápido, útil para un repliegue de emergencia o para llevar las cometas de nuevo al punto de origen [Figura 3]. El cabestrante primario tiene un embrague de giro unidireccional que controla con gran fuerza el enrollado de las cuerdas y libera el repliegue accionado por el cabestrante secundario.

Esta función podría obtenerse incluso mediante un cabestrante de engranajes de múltiples velocidades aunque la gran diferencia de las dos situaciones hace que no sea práctico adoptar dicho dispositivo.

Carrusel [Figura 1]

El carrusel generador de KiWiGen es una estructura tensora horizontal circular que gira sobre un eje vertical [53], cuyo centro de giro [19] está engranado con un alternador convencional [20]. Diversos KSU de KiWiGen controlan los tándem de cometa [12] unidos al borde periférico [14]. La realización del carrusel supera cualquier limitación que pudiera imponerse sobre todo el tamaño del generador. Las cometas barren grandes secciones del frente del viento aumentando el área de recogida de energía [Figura 6]. Para alcanzar una potencia instalada de aproximadamente un Gigavatio [tal como la proporcionada por una central nuclear de tamaño medio], el diámetro de la estructura debe ser de aproximadamente cien metros. Sin embargo, el desafío de construcción es similar a las construcciones manejadas en tecnologías de ingeniería civil. Además, el impacto territorial puede reducirse en instalaciones en el litoral. En cualquier caso, una comparación con los molinos de viento actuales establece que la ocupación territorial es 200 veces menor para el carrusel.

La característica más importante del carrusel es la capacidad para contener las cometas replegadas incluso en una serie en tándem directamente en la estructura del carrusel. Las cometas se retiran del viento y puede accederse a las mismas para su mantenimiento, sustitución, etc.

La elevación del borde periférico del carrusel se dimensiona para hacer más fácil y económica la construcción y permitir al menos que una cometa se suspenda en la tobera [14] sin tocar el suelo [Figura 3].

Despegue

Un avance real de la invención solicitada es la oportunidad de realizar una central eléctrica controlada de forma remota o totalmente automática. En un estado de reposo, cuando el ensamblaje en tándem de cometa se retira hacia la estructura [Figura 3], la cometa que está en la parte superior podría exponerse a la brisa esperando que haya un viento suficiente para iniciar el procedimiento de lanzamiento.

La cometa en la parte superior podría extraer, gracias a la fuerza del viento, las otras cometas de la estructura del carrusel, después, cuando todo el tren está volando podrían alcanzar la posición operativa en el cielo [13].

El carrusel puede complementar la fase de despegue automático de la cometa incluso en condiciones de bajo viento a nivel de suelo con una rotación accionada por la red eléctrica nacional que procura un viento aparente tangencial suficiente para iniciar el despliegue de las cometas, alcanzando de esta manera una altitud productiva.

Cuando la cometa más alta se expone a la brisa en la situación de reposo podría suceder que el viento ligero y desordenado actúe con fuerza para torcer las cuerdas de la cometa caída y suspendida, aunque incluso en esta situación la posición de la cometa se mide mediante los detectores y después se controla mediante el bucle de retroalimentación.

Trayectoria de la cometa en el espacio

Cuando se pone en marcha cada serie de cometas sigue una compleja trayectoria en el cielo, las cometas van a una velocidad que es mucho mayor que el borde tangencial del carrusel o las toberas [14] que son las salidas de las cuerdas de las cometas. La trayectoria desarrollada podría ser varias veces la circunferencia del carrusel. Esta característica da al control una gran libertad para elegir instante tras instante los ángulos más productivos entre las cometas y el viento. En esta fase, la posición del accionador de contrapeso pasivo [42] está totalmente controlada por las cometas. El accionador de contrapeso es también la energía inversa para permitir una navegación de cometas estable no solo en el caso de turbulencias sino también en las direcciones contra el viento. Esta característica administrada óptimamente mediante el control permite inversiones rápidas de dirección. La mayor parte del tiempo se sigue la dirección del timón seguido de una rápida puesta a la capa después sobre el timón en la dirección opuesta seguido de una maniobra de viraje y de nuevo, desde el principio compone la trayectoria más productiva (en el timón, puesta a la capa, rumbo, son términos correspondientes a navegación náutica).

Las cometas en el espacio aéreo tienen una dimensión más disponible que en la navegación náutica equivalente.

Cambio de escala

El carrusel KiWiGen podría dimensionarse para plantas relativamente pequeñas hasta una aplicación a una escala muy grande, con pequeñas adaptaciones. Es posible construir un sistema con un número arbitrario de cometas o ensamblajes de cometas en tándem, cuya área de ala podría variar desde unos pocos a cientos de metros cuadrados sin perder la capacidad de control de la cometa.

No se requiere sobredimensionar los componentes para ganar un margen de seguridad y una resistencia de fatiga innecesaria, porque en el caso de fuertes vientos impulsores el KSU de KiWiGen reacciona enrollando las cuerdas, reduciendo de esta manera la acción aparente del viento sobre el ala. El peso ligero de la estructura volante proporciona la flexibilidad para manejar turbulencias locales. El frente de viento interceptado puede alcanzar fácilmente un área de un millón de metros cuadrados con una arquitectura específica y estructuras asequibles, bastante habituales. De acuerdo con la ley de Betz, la máxima potencia restada al viento se obtiene frenando la masa de aire a 1/3 de su velocidad original; el KiWiGen puede optimizarse para satisfacer el requisito que regula el número de cometas en un

tándem, el tamaño de las cometas, la velocidad de barrido y el número de tándems operativos simultáneamente en la estructura del carrusel.

Mar adentro, tierra adentro

El KiWiGen, puede funcionar en instalaciones mar adentro y tierra adentro típicamente, el viento a nivel de suelo es mayor en el mar, se espera que esto afecte solo al crecimiento de despegue porque cuando las cometas alcanzan la altitud operativa la diferencia entre el viento en altitud y a nivel de suelo es pequeña.

Niebla y tifones

El KiWiGen podría tener un efecto útil sobre el tiempo local en las dos situaciones extremas de niebla y tormenta violenta. La primera es una situación de viento nulo a nivel de suelo. La ley de Betz explica que la corriente de viento detrás de la turbina se ve afectada por un aumento del tamaño del frente, lo que podría ser aprovechado por el KiWiGen para llevar algo del viento en altitud al nivel de suelo proporcionando la oportunidad de limpiar de niebla un amplio territorio.

En el otro caso con un viento muy fuerte tal como durante los tornados, el KiWiGen puede tratar con una potencia gigante eligiendo un conjunto menor y más rápido de cometas.

Estas cometas para tormenta mantendrán la maniobrabilidad incluso en situaciones extremas. La resta de potencia continua al viento realizada por el KiWiGen podría ser del orden de magnitud de la tormenta, dando una gran oportunidad de rescatar las tierras implicadas.

Sumario de los dibujos

Figura 1

Carrusel KiWiGen

11 Cuerdas o cables de dirección/potencia

12 Cometas en una serie en tándem

13 Trayectoria de las cometas en el espacio aéreo

14 Toberas del carrusel

15 Cable de suspensión

16 Brazo del carrusel, un elemento del marco estelar.

17 Cables de sujeción. Las fuerzas de la cometa se descargan principalmente en estos cables que imprimen la potencia de rotación al elemento giratorio central

18 La torre del carrusel es la columna que sostiene todos los cables de suspensión

19 El pivote central satisface las funciones de soporte de todo el sistema y mantiene el engranaje al generador eléctrico o alternador

Figura 2

Tobera del carrusel KiWiGen

25 Cojinete que permite la rotación radial de la polea

26 Polea bi-rotatoria que sigue la inclinación de las cuerdas

27 Silueta humana para dar idea de las dimensiones y accesibilidad

Figura 3

Situación sin viento

31 Cometa más alta expuesta a brisa en espera de despegue

Figura 4

Una vista en perspectiva de la unidad de dirección de cometa KSU

41 Cabestrante de alta fuerza

42 Contrapeso

43 Polea

44 Conjunto de poleas desmultiplicadoras

45 Cuerdas de potencia de dirección a la tobera y a la serie de cometas

Figura 5

Media sección del carrusel KiWiGen

51 Parte de estirado que implica la longitud del brazo

52 Cabestrantes/accionadores de alta velocidad

53 Ejes de rotación

Figura 6

Comparación entre el peso total equivalente del molino de viento y KiWiGen

La zona sombreada representa el frente de viento.

61 Molino de viento convencional

62 Vista frontal del carrusel KiWiGen

63 Escalada de altura

Figura 7

Concepto simplificado de KSU

71 Dibujo pictórico

72 Base

73 Mesa rotatoria

74 Motor sin escobillas

75 Carrete

76 Cuerdas directamente a la cometa

Figura 8

La cometa con la instrumentación a bordo y suministro de potencia

81 Radio inclinómetro/acelerómetro SeTAC

82 Acumulador

83 Panel solar fotovoltáico flexible

84 Ampliación SeTAC

Campo de ensayo, validación y evaluación de riesgos

La parte aérea del generador de cometa, compuesta por alas y cuerdas ultraligeras puede alcanzar alturas de miles de metros. Esto podría producir algunas preocupaciones respecto a la seguridad del sistema en su conjunto. El prototipo será útil para explorar en profundidad todos los aspectos pertinentes, aunque diversas cuestiones y consideraciones pueden preverse por adelantado y muchas respuestas posibles ya están disponibles.

Riesgo del proyecto, mejora de seguridad

Riesgo - Los ensayos ponen de manifiesto una carencia genérica en el diseño o en la funcionalidad esperada del dispositivo.

Solución - Los socios confían en que todas las suposiciones del proyecto sean reales. Sin embargo, el proyecto KiWiGen no está totalmente salvaguardado de que tengan lugar riesgos de fallo o factores no previstos. En el caso de que ocurran eventos improbables, la investigación se dirigirá a identificar las fuentes del problema y se estudiarán rápidas acciones correctoras para evitar un retraso en la consecución de los objetivos proyectados.

Riesgo - La legislación vigente no permite ocupar el espacio aéreo para ensayar el demostrador y las autoridades competentes no proporcionan licencias especiales.

Solución - El prototipo se ensayará con globos aerostáticos y estratosféricos en terrenos a nivel de suelo y en ocasiones de manifestación de viento. Aunque los resultados obtenidos satisfagan las presentes expectativas, se proporcionarán entradas y propuestas para nuevas medidas reguladoras. Actualmente, está disponible un área de ensayo es el norte de Holanda, incluyendo el apoyo de las autoridades locales, que permiten ensayos de hasta varios cientos de metros.

Riesgo técnico

Riesgo - Los detectores así como las plataformas inerciales, han proporcionado toda la información sobre aceleración, velocidad y posición de las cometas en el espacio aéreo. La precisión de la medida puede resultar inadecuada debido a la integración de señales de señales matemáticos requerida.

Solución - Los cables de tracción pueden suministrarse en el suelo en una posición angular, mientras que el codificador el carrete puede proporcionar la distancia de la cometa haciendo disponible una fuente de datos de posición alternativa.

Riesgo - Los fallos durante el vuelo pueden tener lugar por ejemplo durante las fases de desarrollo de software, ensayo y validación.

Solución - Se empleará un número adecuado de detectores para tener siempre dispositivos de soporte en el caso de un funcionamiento anormal y asegurar el control total del sistema. Cualquier problema se detectará ya durante la segunda fase del vuelo del instrumento.

Riesgo - La comunicación inalámbrica entre la cometa y el KSU no funciona debido a la distancia.

Solución - Se estudiarán diferentes formas de comunicación (por radio VHF, cable, láser...).

Aspectos de estabilidad y seguridad

Riesgo - Pueden suscitarse aspectos de seguridad en los cables. Son los componentes en los que se concentra la fuerza del viento. Durante un barrido de tierra anómalo, pueden golpear personas y objetos.

Solución - Un sistema de desengranaje de embrague automático puede integrarse en un cable solo para desinflar la cometa y hacerla funcionar inalámbrica. Este sistema puede funcionar incluso en ensamblajes en tándem.

Riesgo - La potencia y/o velocidad del motor puede resultar inadecuada para encarar un viento fuerte durante el tiempo de reacción.

Solución - Se considerara el empleo de diferentes motores y más potentes.

Riesgo - El ala y las cuerdas podrían caer hacia las tierras vecinas debido a la ausencia de viento.

Solución - Las capacidades de control conseguidas mediante la elaboración de la señal de entrada proporcionada por los detectores permitirá enrollar las cuerdas suficientemente rápido para hacer planear la cometa hacia el punto de origen.

Riesgo - El viento podría ser tan fuerte que estirará o desgarrará una cuerda.

Solución - El control permite una mayor velocidad para enrollar las cuerdas para reducir la actuación aparente del viento sobre la cometa.

Riesgo - Un avión o un helicóptero podría colisionar con las alas o las cuerdas.

Solución - Las exploraciones de control del cielo con radar y en el caso de ruta de colisión, enrollar la cometa a una altitud segura en unos pocos segundos.

Riesgo - El KSU, en particular las cuerdas de la cometa, podrían verse sometidas a vandalismo y/o ataques terroristas.

Solución - Algunas de las realizaciones presentadas podrían hacer que las partes móviles fueran inaccesibles.

Ejemplo de una clase de KiWiGen de Gigavatios: rendimientos requeridos y efectos

Las características extraordinarias de los cables desarrollados recientemente (tales como Dyneema®) ofrecen el eslabón perdido necesario para conseguir una potencia de Gigavatios: un ejemplo de ello pueden ser apenas 40 MN (4000 toneladas) aplicadas tangencialmente sobre el generador del carrusel a una velocidad de 25 m/s.

Considerando un sistema con 20 cometas en un ensamblaje en tándem, la fuerza máxima aplicada sobre cada uno de los 40 cables es de aproximadamente 100 toneladas. Esto significa un diámetro de 20 mm y un peso de cable de 300 kg por km. Cada ensamblaje de cometas en tándem tiene que ejercer una tracción de 200 toneladas, lo que significa, considerando un tándem compuesto por 10 cometas, 20 toneladas aplicadas por cada cometa.

Por lo tanto, un viento de 10 m/s, que es el valor medio en Europa a 1500 m de altitud contiene aproximadamente 1 kW por metro cuadrado. Suponiendo un factor de eficacia del 40% y una superficie frontal de barrido del viento de 1 kilómetro cuadrado, la potencia generada podría ser de 400 Megavatios.

Suponiendo un viento más fuerte con un valor de velocidad de 20 m/s (70 km/h, que no es raro en altitud) como potencia generada varía con el cubo de la velocidad del viento, la potencia recogida puede elevarse a 3 Gigavatios, frente a una potencia inercial del viento total de 8 Gigavatios.

Cada uno de los enfoques de este nuevo concepto de generador de viento por primera son fascinantes y están abiertos a nuevas perspectivas. Sin embargo, cada uno de ellos se hace tremendamente serio cuando se realiza una evaluación a grosso modo del coste por vatio instalado y se compara con las otras fuentes de energía.

Los primeros cálculos muestran que el coste de inversión es de aproximadamente 100 veces menor que el necesario para una planta generadora convencional. Se producirá una documentación exhaustiva técnica y económica para verificar las premisas del proyecto y ofrecer todas las herramientas de toma de decisiones para el seguimiento del proyecto.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para convertir la energía cinética de los vientos en energía eléctrica, que comprende una pluralidad de cometas (31) adaptadas para conseguir energía de los vientos y una pluralidad de cabestrantes (41) respectivamente conectados a cada una de las cometas (31) a través de cuerdas de dirección/potencia (11, 45) que pasan a través de un brazo respectivo (16), estando conectado cada una de dichos cabestrantes (41) a un motor (74) para proporcionar energía eléctrica, estando conectado cada uno de dichos cabestrantes (41) a través de una pluralidad de poleas desmultiplicadoras (43, 44) a dichas cuerdas de dirección/potencia (45) y un contrapeso (42) conectado a dicha pluralidad de poleas (43, 44), estando adaptadas dichas poleas desmultiplicadoras (43, 44) para amplificar la extensión de actuación de las cuerdas de dirección/potencia (45) comparado con el traslado de dicho contrapeso (42), dichas cometas (31) y dichos cables (41) están controlados operativamente por un control rápido y adaptativo para su dirección y maniobra de acuerdo con la dirección velocidad y fuerza de los vientos, estando adaptado dicho medio de control para controlar el sistema en base a datos recogidos por los detectores (81, 84) situados en dichas cometas (31), estando adaptado dicho control rápido y adaptativo para hacer girar de esta manera dichos cabrestantes (41) de manera que dichas cometas (31) se orientan para recibir la máxima fuerza de los vientos, estando engranado el centro de giro del sistema con un alternador.

2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque dichas cometas (31) se proporcionan en una pluralidad de series en tándem (12) estando conectada cada serie en tándem (12) a su vez a una tobera respectiva (14), estando conectada una pluralidad de dichas toberas (14) a una estrella para formar un sistema de tipo carrusel.

3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque dichas cuerdas de dirección/potencia (11) conectan dichas series en tándem (12) a dichas toberas (14), conteniendo cada uno de dichos brazos (16) al menos un cable de suspensión (15) y al menos un cable de sujeción (17), descargándose las fuerzas de dichas cometas (31) sobre dichos cables (15, 17) que imprimen una potencia de rotación a una torre (18) de dicho sistema de tipo carrusel, comprendiendo dicho sistema adicionalmente un pivote central (19) adaptado para funcionar como cojinete de soporte para todo el sistema y alojar el engranaje a dicho alternador (20), estando conectada dicha torre (18) a dicho pivote central (19).

4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado** porque comprende adicionalmente un cojinete (25) adaptado para permitir la rotación radial de una polea bi-rotatoria (26) a la que dichas cometas (31) se conectan operativamente.

5. Sistema de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque dichas cuerdas de dirección/potencia (45) se conectan a cada una de dichas toberas (14) y dichas cometas (31) de dicha serie de cometas (12).

6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicho detector (81, 84) es un inclinómetro triaxial auto-accionado (81, 84) sobre la estructura volante de dicha cometa (31), usándose dicho inclinómetro (81, 84) como detector de cinco ejes que usa la aceleración de la gravedad como referencia.

7. Sistema de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque comprende adicional al menos un acumulador (82) y al menos un panel solar fotovoltáico flexible (83) situado sobre cada una de dichas cometas (31).

8. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicho control rápido de dichas cometas (31) se adapta para transmitir datos en un modo inalámbrico a dicho cabestrante (41).

9. Sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque dicho sistema tiene un bajo baricentro o centro de gravedad, con sus estructuras y marcos pesados cerca del suelo y la parte área ultraligera que puede alcanzar cientos de metros sin cambiar su centro de gravedad, permitiendo de esta manera construir un sistema de grandes dimensiones.

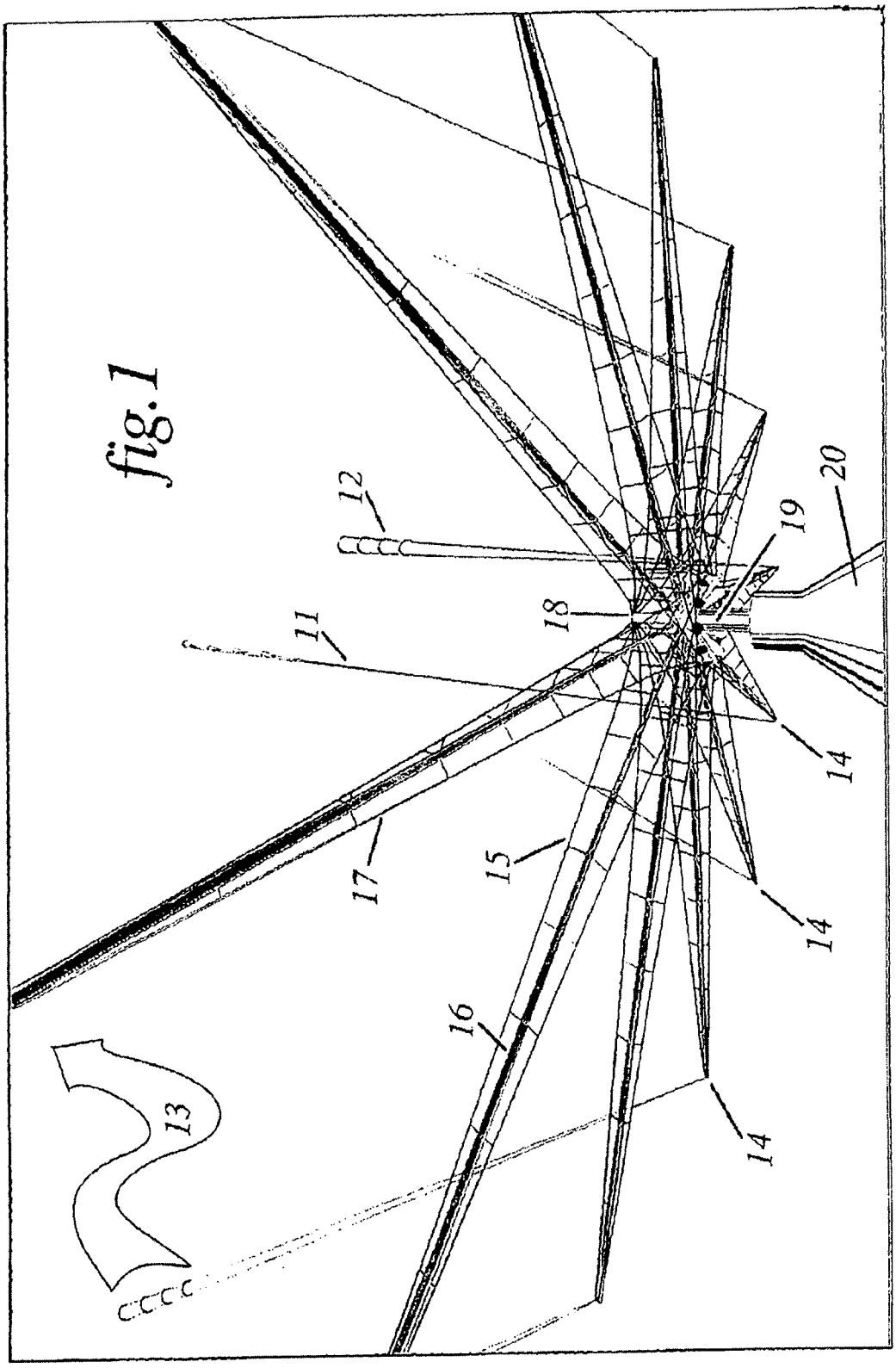
fig.1
12
19
20
11
18
14
17
15
14
16
14
13

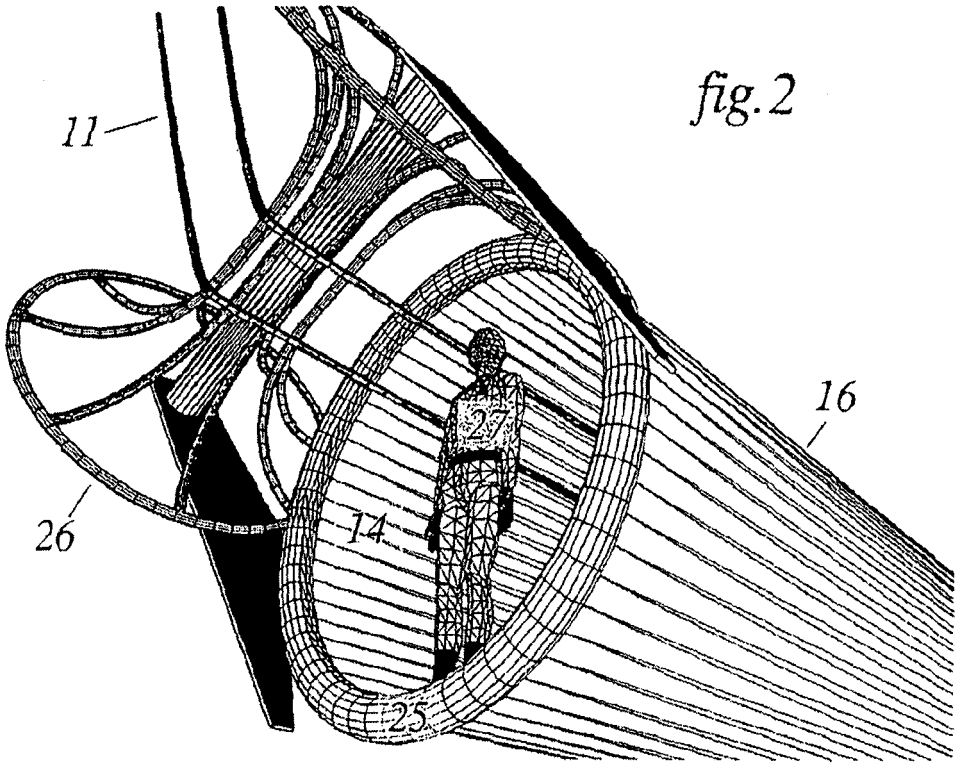

fig.2

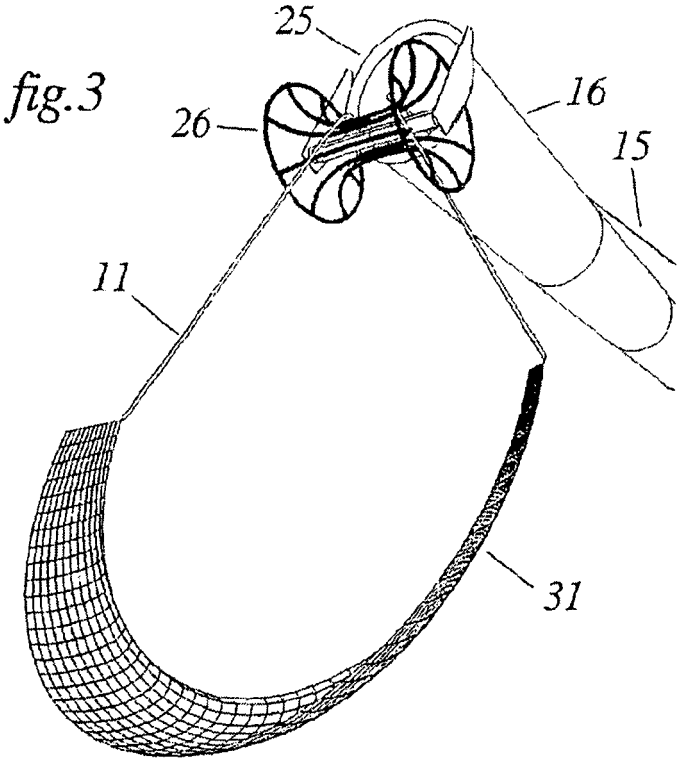

fig.3

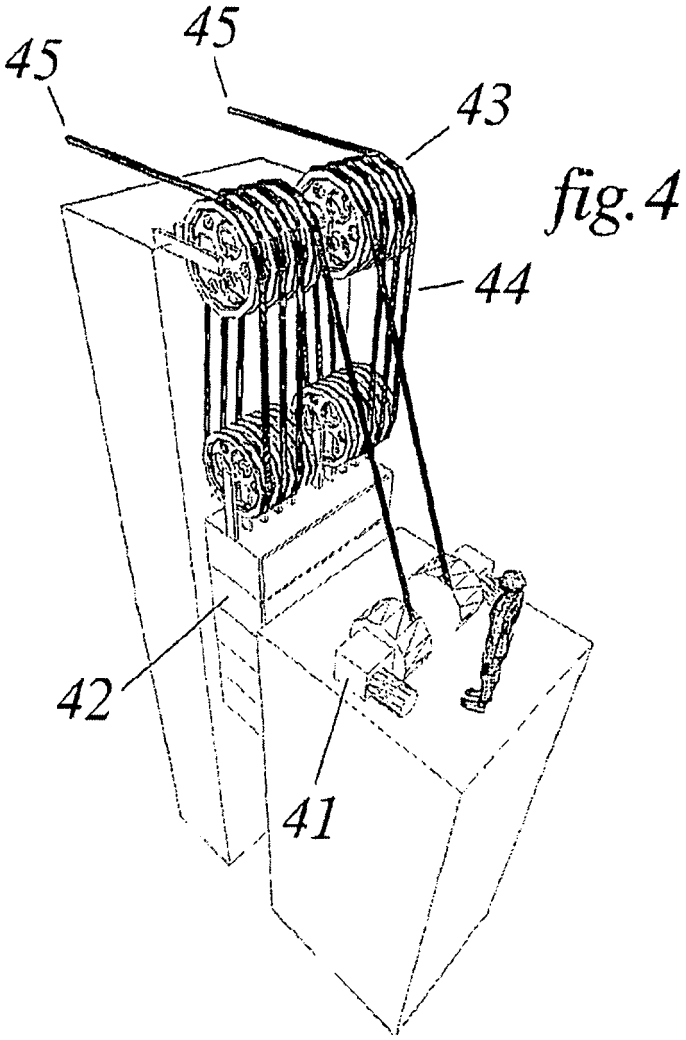

fig.4

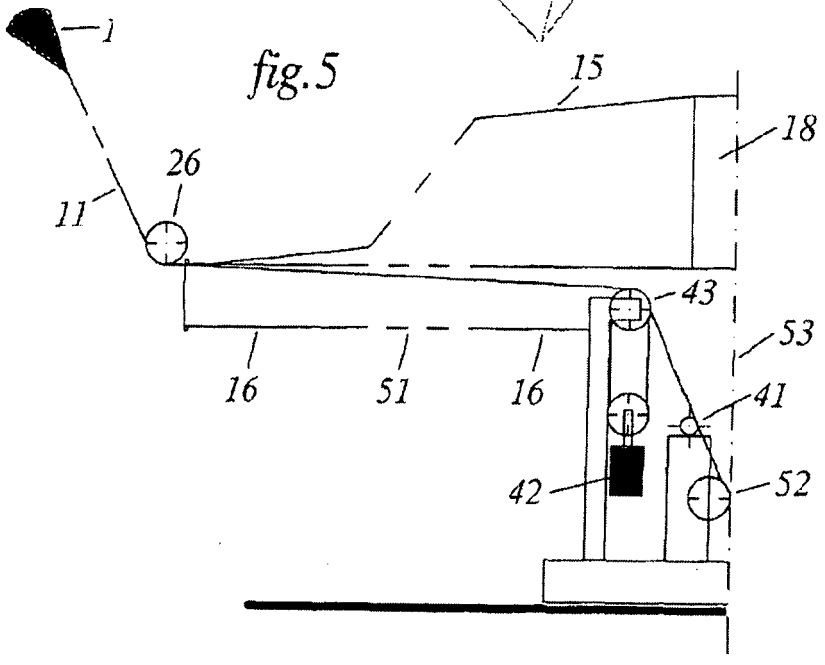

fig.5

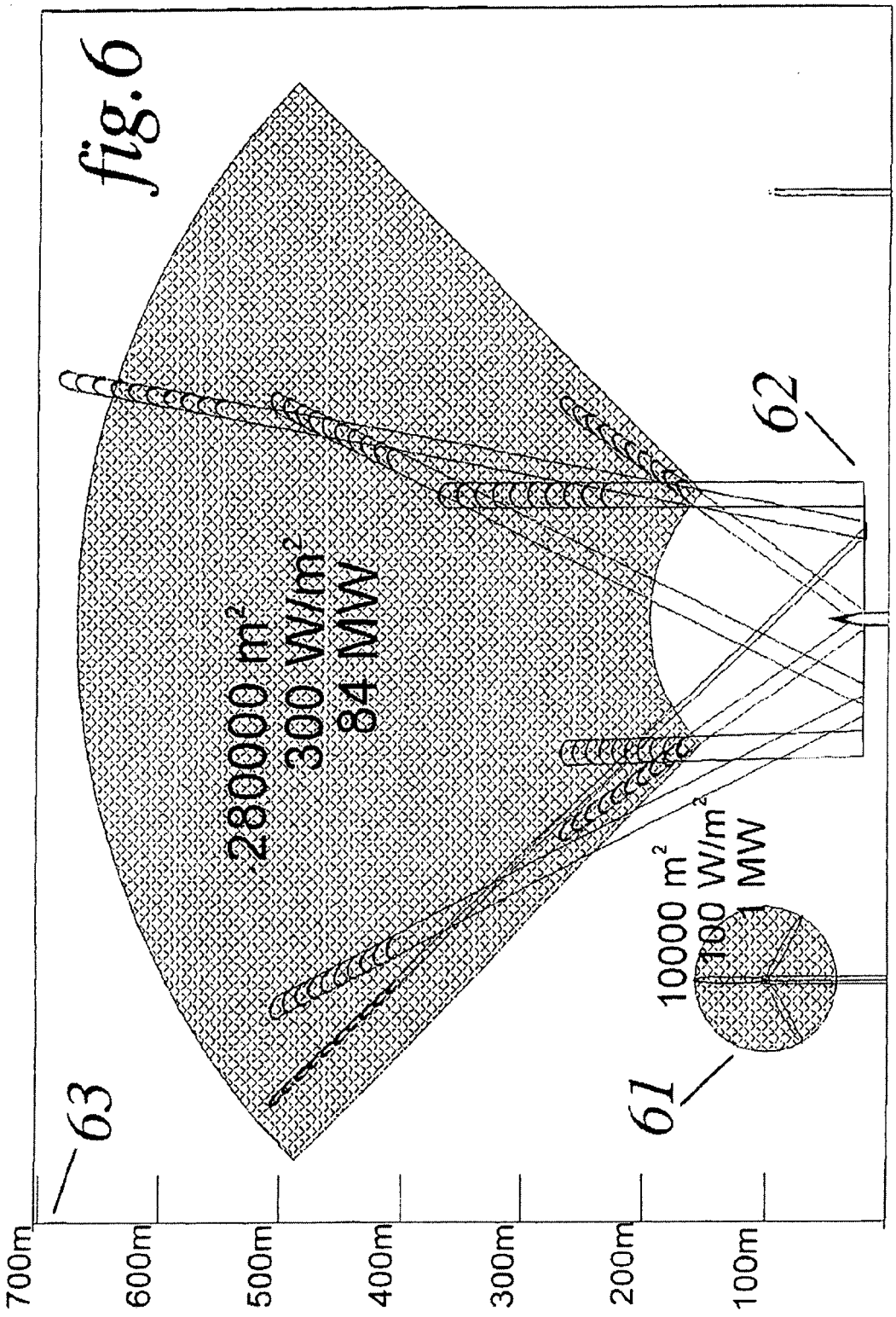
fig.6
280000 m²
300 W/m²
84 MW
10000 m²
100 W/m²
1 MW
61
62
63
700m
600m
500m
400m
300m
200m
100m

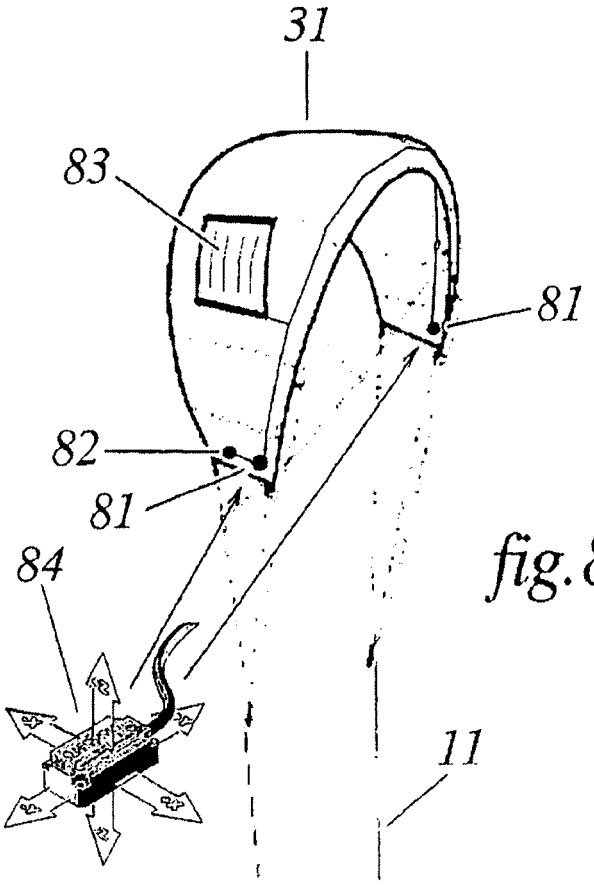

fig. 8

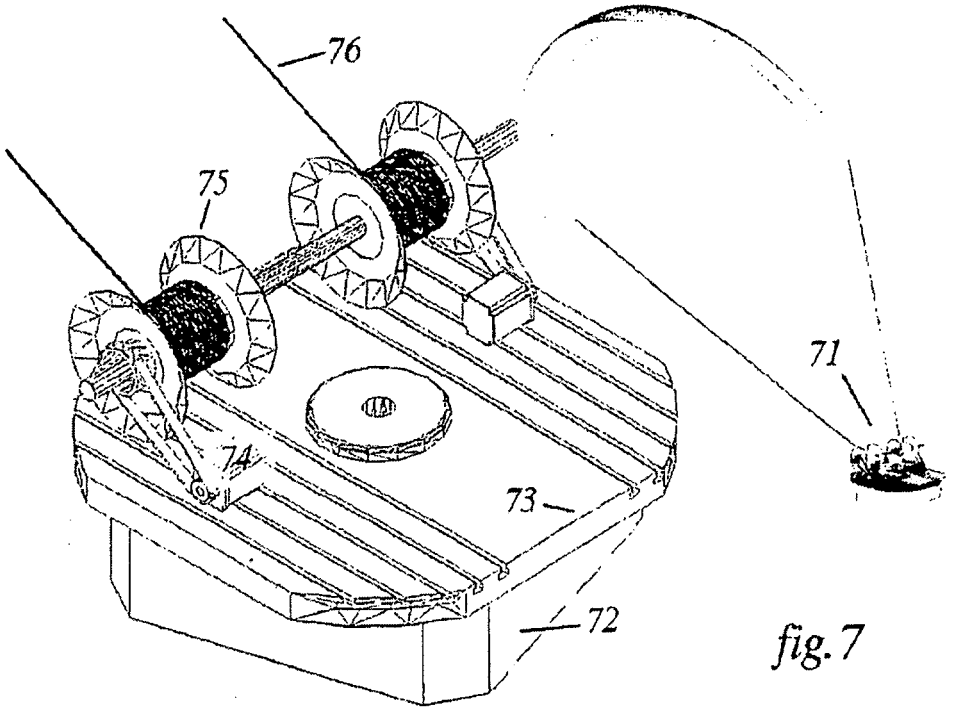

fig. 7