

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 515 219**

51 Int. Cl.:

**B64D 23/00** (2006.01)

**A63G 31/00** (2006.01)

**A01K 73/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.08.2005 E 10185510 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.07.2014 EP 2287073**

54 Título: **Simulador de caída libre de túnel de viento**

30 Prioridad:

**30.07.2004 US 909088**

**19.07.2005 US 184940**

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

**29.10.2014**

73 Titular/es:

**SKYVENTURE INTERNATIONAL (UK) LTD.  
(100.0%)  
5 Deansway  
Worcester WR1 2JG, GB**

72 Inventor/es:

**METNI, N. ALAN;  
KITCHEN, WILLIAM J.;  
MORT, KENNETH W.;  
EASTLAKE, CHARLES N. y  
PALMER, MICHAEL J.**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 515 219 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**

Simulador de caída libre de túnel de viento

**CAMPO DE LA INVENCION**

5 La presente invención se refiere al campo de los túneles de viento verticales y, más particularmente, a túneles de viento verticales de flujo de retorno a temperatura controlada, utilizados como simuladores de caída libre o paracaidismo acrobático y dispositivos de entretenimiento.

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

10 Los túneles de viento son bien conocidos en la técnica. Están disponibles túneles de viento en muchos tipos y estilos, dependiendo de las necesidades del usuario. Estos incluyen túneles de viento subsónicos con o sin flujo de retorno, túneles de viento transónicos con y sin flujo de retorno, túneles de viento subsónicos verticales con y sin flujo de retorno, túneles de viento supersónicos e hipersónicos con y sin flujo de retorno, y túneles de viento de flujo compresible.

15 La mayoría de los túneles de viento se usan para fines de investigación y de ensayo. Estos incluyen ensayo de aviación convencional, helicópteros, paracaídas y otros dispositivos aerodinámicos, superficies de ala, superficies de control, submarinos, cohetes y otros vehículos de lanzamiento, vehículos terrestres, edificaciones y otras investigaciones de flujo básicas.

20 Los túneles de viento horizontales (aquellos en los cuales el aire en la sección de plena velocidad del túnel fluye en general horizontalmente) se usan para investigación aerodinámica y ensayo y son generalmente propiedad de instituciones orientadas principalmente a la defensa, del gobierno Federal o e instituciones de enseñanza y universidades. Algunos de estos han sido convertidos o adaptados para funcionamiento vertical (en los cuales el aire en la sección de plena velocidad del túnel fluye en general verticalmente), pero la mayoría o la totalidad se comportan defectuosamente en el citado rol.

25 Las limitaciones de diseño que se aplican a túneles de viento verticales usados para simulaciones de caída libre difieren de las de los túneles de ensayo horizontales. En un túnel de viento vertical/simulador de caída libre es importante que los objetos en la sección de plena velocidad del túnel de viento (en este caso los seres humanos en vuelo) sean capaces de moverse aproximadamente dentro de esa sección para experimentar o practicar el vuelo del cuerpo humano. En un túnel de ensayo horizontal, los objetos situados en el túnel son usualmente objetos estáticos observados o medidos por otros. Por esta razón, esta parte más rápida de un túnel de viento horizontal se denomina "sección de ensayo". En un túnel de viento vertical, se hace referencia, por el contrario, a esta misma zona como "cámara de vuelo".

30 En un túnel de viento vertical es importante que se permita a la gente de vuela dentro del túnel girar dentro y fuera de la cámara de vuelo sin detener el flujo de aire. En contraposición, hay poca necesidad de mover los objetos estáticos en la sección de ensayo de un túnel de viento horizontal durante su funcionamiento. Es también importante evitar que los ocupantes vuelen lateralmente fuera de la columna de aire y caigan sin soporte al suelo inferior. Por esta razón, los túneles de viento verticales más avanzados son diseñados de tal manera que la columna de aire se extiende completamente desde una pared de la cámara de vuelo a la otra. Esto no es necesario en túneles de viento horizontales.

35 Para hacer comercialmente viable un túnel de viento vertical para simulación de caída libre o paracaidismo, (1) se debe mover aire suficiente y hacerlo lo suficiente suavemente para simular adecuadamente la caída libre para una o más personas dentro de la cámara de vuelo; (2) con un dispositivo que sea suficiente corto y suficiente tranquilo para situarse donde tienda a haber un gran número de consumidores potenciales; y (3) a niveles de consumo de potencia suficientemente bajos para hacer aceptable por el público el precio de la experiencia.

40 El reto del invento de satisfacer estos requisitos de competencia es cumplido por el presente dispositivo. Se requieren elevadas velocidades del aire en la cámara de vuelo para que floten uno o más seres humanos. Sin embargo, el movimiento del aire a través del tubo a elevadas velocidades crea una enorme cantidad de sonido y calor y requiere una enorme cantidad de potencia. En consecuencia, los más modernos túneles de viento expanden y ralentizan el aire justamente aguas abajo de la cámara de vuelo para disminuir el consumo de potencia, la creación de ruido y la generación de calor. Al hacer esto, se reduce el consumo de potencia en más del 60%, y sólo al hacerlo así los túneles de viento verticales resultan comercialmente viables como dispositivos de entretenimiento o simuladores de caída libre.

45 Sin embargo, si se expande el flujo de aire demasiado rápidamente en cualquier sección de un túnel de viento, el flujo se "separará" y resultará turbulento en lugar de laminar. Esto hará que todo el sistema funcione defectuosamente, aumentando el consumo de potencia y disminuyendo la calidad del flujo hasta el punto en que el dispositivo no simulará adecuadamente la verdadera caída libre. El umbral al que ocurre esta separación de flujo en un conducto de expansión está bastante bien definido en la bibliografía; en términos sencillos, las paredes de un tal cono de expansión no pueden divergir entre sí en más de 9 - 12 grados. Por esta razón, el aumento de la longitud de

túneles de ensayo horizontales o la altura de túneles de viento verticales tiende a mejorar la eficacia.

Desafortunadamente, aunque esto se hace fácilmente para un sistema horizontal, al hacerlo en un sistema vertical se aumenta enormemente el coste de la construcción y del funcionamiento y se reduce el número de lugares en los que se puede obtener permiso gubernamental para construir. En consecuencia, el minimizar la altura mientras se hace máxima la expansión y desaceleración del flujo de aire aguas abajo de la cámara de vuelo es la clave para hacer que tenga éxito comercial un túnel de viento vertical.

Los túneles de viento de la técnica anterior no ofrecen un diseño que sea tranquilo y lo suficientemente corto para ser construido en centros comerciales y de ocio de elevada densidad mientras permanezcan de eficacia suficiente para permitir funcionamiento comercialmente viable.

En el documento US 3.484.953 se describe un aparato para simular la caída libre de una persona a través del aire, que comprende un conducto vertical confinado de flujo de aire hacia el extremo inferior del cual es admitido aire a una velocidad aproximada a la de la caída libre de una persona. El flujo de aire está confinado en un sistema de recirculación que incluye una sección inferior, el conducto elevador, una sección superior y un conducto de flujo descendente. En el conducto de flujo descendente están situadas una o más hélices propulsoras accionadas por un motor eléctrico dentro de un alojamiento aerodinámico para suministrar aire al extremo inferior del conducto vertical.

El precedente ejemplo de la técnica relacionada y las limitaciones relacionadas con ella están destinados a ser ilustrativos y no exclusivos. A los expertos en la técnica les resultarán evidentes otras limitaciones de la técnica relacionada tras la lectura de la memoria y estudio de los dibujos.

#### COMPENDIO DE LA INVENCION

Un aspecto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de entretenimiento de túnel de viento vertical que tiene una cámara de vuelo situada en el lado de entrada de una pluralidad de ventiladores que están a su vez conectados a una pluralidad de conductos de aire de retorno de expansión, maximizando con ello la eficacia mientras se minimiza la altura del dispositivo de entretenimiento.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un túnel de viento vertical que tenga una cámara de vuelo en el lado de entrada de los ventiladores para mejorar la velocidad y la calidad del flujo de aire, con menor consumo de energía y mayor seguridad para los participantes en el vuelo.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un túnel de viento vertical que tenga una pluralidad de ventiladores más pequeños en ángulo, en una alineación no paralela, en lugar de un único ventilador más caro y difícil de mantener.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un túnel de viento vertical que tenga uno o más conductos de aire de retorno para conservar calor, reducir el consumo de energía, reducir el ruido y permitir el funcionamiento en cualquier tiempo.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un túnel de viento vertical que tenga sólo uno o dos conductos de retorno incluso aunque tenga un número mayor de ventiladores que conductos de retorno.

Otro aspecto a la presente invención es proporcionar un túnel de viento vertical que tenga ventiladores alojados en cajas de difusión de bajo perfil, que les permitan ser montados tan cerca entre sí como sea posible, de manera que pueda ser conectado más de un ventilador a cada conducto de aire de retorno sin la necesidad de largos conductos de transición que aumenten la altura o la anchura de todo el sistema.

Un aspecto que no forma parte de la presente invención es proporcionar un túnel de viento vertical que tenga un sistema pasivo de intercambio de aire con puertas de entrada/salida ajustables que expulsen mecánicamente aire calentado desde el sistema y aspiren aire ambiente más frío con el fin de controlar de la manera más eficaz la temperatura dentro del túnel de viento con mínimo trabajo adicional por parte de los ventiladores.

Otro aspecto que no forma parte de la presente invención es proporcionar un túnel de viento vertical en el que las puertas ajustables de entrada/salida están dispuestas de tal manera que forman también una "tobera" o contracción de flujo, creando con ello un gradiente de presión favorable entre el interior y el exterior del túnel y favoreciendo el intercambio de aire con el fin de controlar eficazmente la temperatura dentro del túnel de viento con mínimo trabajo adicional por parte de los ventiladores y sin el uso de otras tecnologías más costosas de enfriamiento de aire.

Otro aspecto que no forma parte de la presente invención es proporcionar un túnel de viento vertical que tenga un "suelo" de malla hecho de cables especialmente diseñados (preferiblemente de acero) que produzcan menos resistencia aerodinámica y, por lo tanto, menos ruido que los cables usuales.

Otro aspecto que no forma parte de la presente invención es proporcionar un túnel de viento vertical que tenga una o más barreras superiores electrónicas de resistencia aerodinámica nula, en lugar de una red física diseñada para evitar que los participantes del vuelo se eleven demasiado en la cámara de vuelo y capaces de modular rápidamente la velocidad del aire para hacer descender de nuevo a los participantes y mantenerlos en un nivel seguro.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un túnel de viento vertical que tenga la menor altura total posible para cualquier eficiencia dada con el fin de reducir los costes de construcción y cumplir las limitaciones gubernamentales comunes en la altura de edificios.

5 Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un túnel de viento vertical de altura óptima al no tener precisamente el difusor primario justo aguas abajo de la cámara de vuelo, sino que también la mayoría o la totalidad de los componentes aguas abajo de la cámara de vuelo expanden el aire tan rápidamente como sea posible sin crear separación de flujo.

10 Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un túnel de viento vertical de altura óptima expandiendo el aire lo más posible sin crear separación a medida que pasa a través de la cámara de vuelo. Esta cámara de vuelo de difusión puede ser también considerada como una cámara de vuelo de altura nula o sección de prueba de longitud nula.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar una cámara de vuelo de altura nula en la que los participantes vuelan en una cámara difusora de expansión con una velocidad de aire reducida cuanto más alto vuelan, formando con ello un flujo de auto-captura en la cámara para disminuir la velocidad del participante a medida que desciende.

15 Otro aspecto del presente dispositivo, cuyo aspecto no forma parte de la presente invención, consiste en proporcionar un cable con resistencia aerodinámica y ruido reducidos en el aire en movimiento.

Otros aspectos de esta invención se desprenderán de la siguiente descripción y de las reivindicaciones adjuntas, haciéndose referencia a los dibujos que se acompañan, que forman parte de esta memoria, en los que los mismos caracteres de referencia designan partes correspondientes en las diversas vistas.

20 Para reducir el riesgo de que los ocupantes caigan fuera de la columna de aire y se hieran, la columna de aire se extiende completamente desde una pared a la otra de la cámara de vuelo. Este flujo de aire de "pared a pared" reduce también la resistencia aerodinámica en los bordes de la columna de aire y aumenta la eficacia de todo el sistema. El flujo de aire pasa a través de un "suelo de cables" hacia la cámara de vuelo. El suelo de cables proporciona soporte para los usuarios cuando el flujo de aire a través de la cámara de vuelo no es suficiente para soportarlos. El suelo de cables está hecho a partir de cables de reducida resistencia aerodinámica compuestos de un conjunto de hilos redondos en una orientación particular y de tamaños particulares. Estos cables se pueden usar también en cualquier aplicación en la que fuera ventajosa una resistencia aerodinámica reducida en el aire.

25 En o cerca del extremo superior (o de aguas abajo) de la cámara de vuelo, una "red virtual" compuesta de uno o más sensores electrónicos (preferiblemente ópticos), vigila la posición del o de los ocupantes dentro de la cámara de vuelo. En la realización descrita, el sistema de control disminuirá automáticamente la velocidad si el o los ocupantes vuelan demasiado altos en la cámara de vuelo.

30 La cámara de vuelo puede ser redonda, ovalada o poligonal y puede tener una superficie comprendida entre algo menos de 6,97 m<sup>2</sup> (75 pies cuadrados) hasta más de 14,86 m<sup>2</sup> (160 pies cuadrados). La cámara de vuelo puede alojar hasta seis usuarios a la vez. La velocidad del flujo de aire en la cámara de vuelo puede alcanzar hasta 257,4 km/h (160 mph), que soportará completamente tantos como seis usuarios. En la realización preferida, una o más de las paredes de la cámara de vuelo incluye o comprende ventanas planas o curvas construidas de Plexiglas® transparente, plástico acrílico, vidrio o material transparente similar de elevada resistencia. Cuando existen, las ventanas en la cámara de vuelo permiten una visión sin restricciones de las actividades que tienen lugar dentro de la misma.

35 Adyacente a la cámara de vuelo hay una zona de estacionamiento. La cámara de vuelo tiene una abertura de entrada y una abertura de salida a la zona de estacionamiento, a través de las cuales pueden entrar y salir uno o múltiples usuarios en la cámara de vuelo. En ciertas realizaciones en las cuales las rotaciones de los ocupantes dentro fuera de la cámara de vuelo podrían ser menos frecuentes, estas aberturas pueden estar provistas de puertas que deslicen, rueden o se muevan de otro modo para cerrar una o ambas de estas aberturas. Los usuarios esperan su turno en la zona de almacenamiento para entrar en la cámara de vuelo. La zona de estacionamiento tiene ventanas transparentes para que el observador pueda ver el vuelo de cualesquiera personas dentro de la cámara de vuelo sin entrar en la zona de estacionamiento. La zona de estacionamiento tiene una sola puerta o múltiples puertas que se abren periódicamente para permitir que la gente salga de todo el sistema. La zona de estacionamiento puede estar también provista de una zona de "arrastre" ("piggyback") opcional o de estacionamiento secundaria. Esto crea un bloqueo de aire que permite girar a grupos dentro o fuera de la zona de estacionamiento desde el exterior del sistema sin requerir que se detenga el flujo de aire.

40 La zona por encima (aguas abajo) de cada paso de puerta en la sección superior de la cámara de vuelo puede incluir un panel perforado que proporcione una trayectoria alternativa de flujo de aire cuando los usuarios están entrando y saliendo de la cámara de vuelo. En la realización preferida, estará también situado un pequeño deflector de flujo por debajo (aguas arriba) del suelo de cables, justo por debajo de cada abertura entre la cámara de vuelo y la zona de estacionamiento, para minimizar la cantidad de aire que se mueve entre ellas y reducir la cantidad de balanceo necesario.

Los ventiladores y otros controles pueden ser hechos funcionar desde el interior de la zona de estacionamiento, dentro de la cámara de vuelo o desde una sala adjunta o de control a distancia. Los ventiladores son controlados para conseguir la óptima velocidad de flujo de aire a través de la cámara de vuelo.

5 A continuación, por encima de la sección perforada, está el difusor divergente primario. El difusor primario diverge en aproximadamente 3,5 a 5 grados desde el eje principal, proporcionando un “ángulo de cono equivalente” de 7 a 10 grados. El área creciente en sección transversal reduce la velocidad del flujo de aire desde la cámara de vuelo a los ventiladores. Por encima (o aguas abajo) del difusor primario está la cámara impelente superior, que puede incluir el primer conjunto de paletas de giro de alta eficacia. En un sistema de retorno único estas paletas de giro (o simplemente la cámara impelente si no se usan paletas) redirigen el flujo de aire desde prácticamente vertical a prácticamente horizontal. En un sistema de retorno múltiple, estas paletas (o simplemente la cámara impelente si no se usan paletas) dividen el aire en flujos básicamente iguales y hacen girar cada flujo desde prácticamente vertical a prácticamente horizontal.

15 El flujo de aire pasa entonces a través de los conductos de entrada y hacia los ventiladores. El conducto de entrada del ventilador transforma el flujo desde aproximadamente cuadrado o rectangular en aproximadamente redondo. En la realización referida, los conductos de entrada del ventilador actúan como difusores que expanden el área de flujo tanto como sea posible sin crear separación de flujo. Los ventiladores son preferiblemente ventiladores de flujo axial de alta eficacia, aunque es aceptable cualquier ventilador previsto para usar en un túnel de viento. En la realización preferida, los ventiladores contienen un cono de morro en forma de bala y un cono de cola en forma de gota de lágrima. En la realización preferida, las carcasas de ventilador actúan como difusores y están dimensionadas de tal manera que, después de tener en cuenta el área en el centro del ventilador oscurecido por el cono de nariz, el cuerpo central y el cono de cola del ventilador, el área de flujo neta a través de los ventiladores aumenta tanto como sea posible sin crear separación de flujo. La velocidad del flujo de aire a través de la invención es controlada ya sea cambiando el paso de los ventiladores o cambiando la velocidad de rotación de los ventiladores.

20 El flujo de aire pasa a través de los ventiladores y hacia los conductos de salida que también lo transforman de aproximadamente redondo en aproximadamente cuadrado o rectangular. En la realización preferida, los conductos de salida actúan como difusores que expanden el flujo de aire tanto como sea posible sin crear separación de flujo. El flujo de aire se desplaza a través de un conjunto de conductos de salida hasta el segundo conjunto de paletas (si se utilizan) de giro de alta eficacia, que convierten el flujo de aire de prácticamente horizontal en prácticamente vertical.

25 El flujo de aire entra entonces en los conductos de aire de retorno. En la realización preferida, estos conductos de aire de retorno están también conformados como difusores divergentes que expanden el flujo de aire sin crear separación de flujo. En la realización preferida, cada conducto de aire de retorno tiene un mecanismo de intercambio de aire compuesto de un número par de persianas situadas en caras opuestas del conducto de aire de retorno. Estas están situadas y dimensionadas de manera que crean conjuntamente una contracción de tobera o brusca del área de flujo en el punto de las persianas. Esta tobera [aumenta] disminuye la presión estática [dinámica] en ese punto del sistema y ayuda a la expulsión de aire caliente desde el túnel de viento a través de la persiana de escape. Esto disminuye la presión en el sistema y ayuda a las persianas de entrada cuando aspiran aire ambiente más frío desde el exterior del sistema. Esta disposición permite que el aire caliente del sistema sea sustituido por aire ambiente más frío, permitiendo con ello que un usuario ajuste la temperatura de la cámara de vuelo para comodidad del practicante de vuelo sin la necesidad de alternativas caras tales como acondicionamiento de aire o enfriamiento por evaporación.

30 En el extremo inferior (o de aguas abajo) de las torres de aire de retorno, el aire pasa de nuevo a través de un conjunto de paletas de giro (o simplemente un conducto con un giro de 90 grados si no se utilizan paletas) que redirige el aire desde una trayectoria esencialmente vertical a una esencialmente horizontal. El aire entra entonces en la cámara impelente inferior que puede actuar también como un difusor divergente que expande el aire tanto como sea posible sin causar separación de flujo. En el extremo (o extremo aguas abajo) de la cámara impelente inferior, el aire pasa de nuevo a través de un conjunto de paletas de giro (o simplemente de un conducto con un giro de 90 grados si no se usan paletas) que redirige el aire desde una trayectoria prácticamente horizontal a una prácticamente vertical. En un sistema de retorno múltiple, el flujo será vuelto a unirse en este punto.

35 El aire pasa entonces al elemento de contracción de entrada. Este dispositivo en forma de embudo o de campana reduce rápidamente el área de flujo y acelera el aire hasta su máxima velocidad justamente por delante de la cámara de vuelo. Aquí de nuevo las leyes de la aerodinámica gobiernan con qué rapidez se puede reducir esta área de flujo sin degradar la calidad de dicho flujo.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

55 La figura 1 es una vista en perspectiva superior de un simulador de retorno sencillo.

La figura 2 es una vista cortada y separada de la realización de la figura 1.

La figura 3 es una vista en perspectiva superior de la cámara de vuelo de la figura 1.

- La figura 4 es una vista en planta superior de un elemento de contracción de flujo de aire de salida oval y entrada rectangular.
- La figura 5 es una vista esquemática de una salida de forma oval/poligonal de un elemento de contracción del flujo de aire.
- 5 La figura 6 es una vista esquemática de un elemento de contracción del flujo de aire de salida oval.
- La figura 7 es una vista esquemática de una zona de visión ovalada.
- La figura 8 es una vista superior en perspectiva de una zona de estacionamiento de bloqueo de aire doble.
- La figura 9 es una vista esquemática de un regulador de temperatura.
- La figura 10 es una vista lateral cortada y separada del regulador de temperatura de la figura 9.
- 10 La figura 11 es una vista en perspectiva superior de deflectores en las puertas de entrada de la cámara de vuelo.
- La figura 12 es una vista de primer plano de un deflector.
- La figura 13 es una vista lateral cortada y separada de un ventilador y carcasa.
- La figura 14 es una vista lateral cortada y separada de dos ventiladores y carcasas montados de manera divergente con respecto a una línea central entre ellos.
- 15 La figura 15 es una vista en perspectiva superior de un simulador de dos retornos que no es una realización de la invención.
- La figura 16 es una vista cortada y separada de la realización de la figura 15 que no es una realización de la invención.
- La figura 17 es una vista esquemática de un simulador de dos retornos de planta en V.
- 20 La figura 18 es una vista en perspectiva de un simulador de dos retornos de planta en V en un paseo.
- La figura 19 es una vista esquemática de una configuración de simulador múltiple en un edificio.
- La figura 20 es una vista en perspectiva lateral de una zona de visión del tipo de paseo para un simulador.
- La figura 21 es una vista esquemática de un sistema de elemento de contracción doble (uno bajo el suelo y horizontal).
- 25 La figura 22 es una vista en perspectiva superior de un suelo de cables.
- La figura 23 es una vista esquemática de un sensor de suelo/sistema de corte.
- La figura 24 es una vista en perspectiva superior de un difusor redondeado.
- La figura 25 es una vista esquemática de un barco de crucero que tiene un simulador enfriado por agua.
- La figura 26 es una vista lateral en perspectiva de una primera realización de cable anti-resistencia aerodinámica.
- 30 La figura 27 es una vista de un cable de una segunda realización.
- La figura 28 es una vista de un cable de una tercera realización.
- La figura 29 es una vista esquemática en sección de un cable con un hilo exterior único de tamaño diferente del de los otros hilos exteriores.
- La figura 30 es una vista esquemática en sección transversal de otra realización de un cable de resistencia aerodinámica reducida.
- 35 La figura 31 es una vista esquemática en sección transversal de un cable de resistencia aerodinámica reducida con un cable único mayor.
- La figura 32 es una vista esquemática en sección transversal de otra realización de un cable de resistencia aerodinámica reducida con dos alambres menores.
- 40 La figura 33 es una vista en perspectiva de un cable con un hilo grande.
- La figura 34 es una vista en perspectiva de un cable con dos hilos menores.

La figura 35 es un gráfico que muestra la reducción de resistencia aerodinámica de algunos de los cables descritos.

Antes de explicar la realización descrita de la presente invención con detalle, se ha de entender que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles de las disposiciones particulares mostradas, ya que la invención es capaz de otras realizaciones. Así mismo, la terminología usada en esta memoria es para fines de descripción y no de limitación.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS DIBUJOS

Haciendo referencia a la figura 1, se muestra en ella un simulador de retorno único o simple 1, en el que la altura  $L_1$  está preferiblemente en el intervalo de unos 15,24 m – 36,58 m (50-120 pies). Algunas instalaciones pueden enterrar todos los componentes por debajo del nivel del suelo, ya sea de  $G_1$  o  $G_2$ . La cámara de vuelo 10 puede estar hecha total o parcialmente con paneles transparentes. Si el nivel del suelo está en  $G_2$ , entonces se forma una imagen opaca del tipo de pedestal en la zona  $d_1$  que puede tener una altura de aproximadamente 2,13 m (siete pies). Esta realización en un paseo o calle crea un estudio de vuelo humano en vivo, llamativo, en la cámara de vuelo 10. Este diseño atrae nuevos “voladores” o practicantes de vuelo que pagan por experimentar la caída libre simulada en la cámara de vuelo 10. La línea R de trazos discontinuos representa un techo, en el que los componentes por encima de R pueden estar montados en el techo para reducir el ruido. La línea de trazos discontinuos W representa una pared, en la que los componentes más allá de la pared W que están alejados de la cámara de vuelo 10 pueden estar aislados de la cámara de vuelo para reducir el ruido cerca de la cámara de vuelo 10.

La mayoría de las cámaras de vuelo de la técnica anterior disponen de paredes paralelas en la cámara de vuelo de manera que los practicantes de vuelo experimentados pueden practicar maniobras a una velocidad del viento constante, quizás a unos 225,26 km/h (140 millas por hora). El simulador 1 tiene una cámara de vuelo de “altura cero” a lo largo de la elevación 11. La elevación 11 es la línea que une el elemento de contracción 9 del flujo de aire con el difusor 10 de flujo de aire, en el que el difusor 10 tiene paredes divergentes 20, 21, 22, etc., y el difusor 10 sirve también como la cámara de flujo 10.

Nominalmente, la velocidad del aire en la línea 11 es de unos 225,26 km/h (140 mph), la velocidad máxima del simulador. Cuando el practicante de vuelo va más alto en la cámara de vuelo 10 hacia la parte superior de la cámara de vuelo 10 hasta la unión 110, la velocidad del aire disminuye, quizás hasta unos 193,08 k/h (120 mph). Los practicantes de vuelo pueden cambiar sus perfiles de resistencia aerodinámica desde una posición de águila de extensión máxima hasta una posición mínima de bola humana. De ese modo, si un practicante de vuelo asciende hasta la parte superior de la cámara de vuelo 10 y después cambia su resistencia aerodinámica hasta una forma de bola humana, se desplazará hacia abajo. La forma del difusor de la cámara de vuelo 10 proporcionará un sistema de auto-frenado debido a la creciente velocidad del aire con cada descenso incremental en la cámara de vuelo 10. Una red de seguridad está dispuesta en una línea 11.

El desviador 2 encuentra el difusor 10 en la unión 110. El aire es desviado desde una trayectoria vertical hasta una trayectoria horizontal en el desviador 2. Todos los desviadores 2, 4, 6, 8 cambian la dirección del aire en aproximadamente 90 grados.

El conjunto de ventiladores 3 acelera el aire, quizás con dos ventiladores dispuestos lado a lado. Las dinámicas básicas en un simulador de aire de retorno implican compromisos de eficacia de energía, ruido y tamaño. En el diseño más sencillo, se podría intentar mantener el flujo de aire próximo a la velocidad plena durante todo el bucle a través del simulador. Sin embargo, la altura tendría que aumentarse, el ruido sería enorme y el calor procedente de la fricción en las cámaras impelentes sería enorme. Por lo tanto, para funcionamiento más eficaz, es necesario disminuir la velocidad del aire durante su recorrido a través del bucle del simulador aumentando las áreas de la sección transversal de la cámara impelente para conseguir niveles comercialmente aceptables de altura  $h_1$ , sí como de ruido, e intentar simultáneamente utilizar la menor potencia posible para los ventiladores.

Los desviadores 2, 4, 6, 8 no tienen generalmente paredes divergentes debido a consideraciones de coste de construcción. El segmento 300 de carcasa de ventilador y la sección 3 de ventiladores tienen paredes divergentes. La cámara impelente superior 30 tiene paredes divergentes. La cámara impelente de retorno vertical 5 tiene paredes divergentes. La cámara impelente inferior 7 no tiene paredes divergentes debido a compromisos de consideraciones de coste de construcción. La cámara impelente inferior 7 podría tener paredes divergentes.

El elemento 9 de contracción de flujo de aire tiene paredes convergentes que actúan para estrechar el área en sección transversal de la cámara impelente, acelerando con ello el aire hasta aproximadamente 225,26 km/h (140 mph) para simulación de vuelo. La entrada de aire 12 introduce aire ambiente para enfriar el aire del simulador.

Haciendo referencia a continuación a la figura 2, se muestra en ella una representación esquemática de los trabajos internos del simulador. El flujo de aire está mostrado por las flechas F. Cada una de las paletas de desviación 200, 201, 202, 203 cambia la dirección del flujo en 90 grados. Están mostrados esquemáticamente dos ventiladores 40, 41 montados horizontalmente lado a lado en su carcasa 3 (se hace referencia a la figura 13 para una vista en perspectiva) en los que precisamente después de los ventiladores un difusor 300 de cámara impelente expande y reduce la velocidad del flujo de aire. La difusión continúa en la cámara impelente superior 30, y a continuación en la cámara impelente 5 de retorno vertical, y finalmente a través de la cámara de vuelo 10.

Un sistema pasivo de regulación de temperatura está previsto al disponer de una persiana 120 en la entrada de aire 12 vuelta aguas abajo. Además, la salida de aire 26 tiene una persiana 260 que está vuelta aguas arriba. Disponiendo la entrada 12 aproximadamente opuesta a la salida 26, se forma una tobera de reducción mediante las persianas 120, 260, creando con ello una zona de presión estática  $V$  disminuida aguas abajo de la entrada 12. Por lo tanto, es aspirado [forzado pasivamente] aire ambiente a entrar en el simulador 1 sin el uso de un ventilador adicional.

Haciendo a continuación referencia a la figura 3, el difusor/cámara de vuelo 10 es de la forma de un polígono (octágono) según se ve por la base B. La base B está cubierta por una red de seguridad. Las paredes 20, 21, 22, etc. divergen entre sí según un ángulo aerodinámico óptimo en el intervalo de 7-12 grados. La parte superior de la cámara de vuelo 10 se ve como un rectángulo en la flecha 110. Todas o algunas de las paredes 20, 21, 22, etc., pueden ser transparentes.

Haciendo referencia a continuación a la figura 4, un elemento de contracción 400 del flujo de aire tiene el diseño preferido de una entrada rectangular 401 y una salida ovalada 402. Las paredes de transición 403 contraen el flujo de aire desde la entrada 401 a la salida 402. Preferiblemente, la altura  $h_2$ , figura 2, que algunas veces está enterrada bajo el suelo, es igual a la longitud  $d_4$ . Esta combinación de forma y dimensiones forma un equilibrio de coste conveniente para un simulador 1 de altura relativamente pequeña y comercialmente viable.

Haciendo referencia a continuación a las figuras 5, 6, 7, la expresión elemento de contracción de flujo de aire de "salida ovalada" cubre cualquier forma parecida a la oval, tal como salida ovalada poligonal 500 y perfectamente ovalada 600. La forma parecida a la oval proporciona una mayor área de visión 700 en comparación con una salida redonda que tenga la misma área en sección transversal. El área 701 incluye una zona de estacionamiento y entrada. El fondo o parte inferior B1 de la cámara de vuelo podría estar en un paseo con espacio de tiendas de menudeo caro, en el que la mayor área de visión 700 tiene considerable valor comercial.

Haciendo referencia ahora a la figura 8, una cámara de estacionamiento 800 de dos etapas consiste en un fondo B2 de cámara de vuelo con una pared 809 de cámara de vuelo que tiene ventanas 810 y entradas 806, 807 para practicantes de vuelo. Las entradas 806, 807 pueden no tener puertas o tener puertas articuladas o puertas deslizantes. Siempre que las puertas 801, 805 estén cerradas, los ventiladores no tienen que ser desactivados para permitir a las personas practicantes entrar en/abandonar la cámara de vuelo 10. La presión ambiental se muestra como A. Las puertas 801, 805 se abren desde el ambiente A a un primer recinto de estacionamiento 802 y a un segundo recinto de estacionamiento 804. La puerta 803 separa los recintos de estacionamiento 802, 804. En funcionamiento, pueden entrar un grupo de personas practicantes de vuelo en el recinto 804 mientras está cerrada la puerta 803, y después se cierra la puerta 805. A continuación, los practicantes de vuelo entrarían en el recinto 802 con puertas 801, 805 cerradas. Se utilizan las entradas 806, 807 para practicantes de vuelo.

Haciendo referencia a continuación a las figuras 9, 10, el sistema 1000 de regulación de temperatura consiste en una cámara impelente 5 que tiene un flujo de aire  $F$ . La salida 26 está situada opuesta a la entrada 12, pero ligeramente aguas arriba a una distancia  $d_{11}$  elegida por parámetros de diseño. Preferiblemente, las persianas 120, 260 son controlables desde una sala de control para variar el intercambio de aire desde el ambiente A a la cámara impelente 5. El volumen  $I$  de aire de entrada debe aproximarse al volumen  $O$  de aire de salida. La disminución de presión estática interna  $V$  se origina por contracción y aceleración del aire en la tobera N.

El sistema de intercambio de aire utilizado para túneles de viento de circuito cerrado descritos en esta memoria consiste en dos grandes persianas en cada rama de retorno de los túneles: una persiana de escape y una persiana de admisión. Las persianas de escape y admisión están situadas y orientadas de manera que exista una interacción favorable entre ellas. Esta situación es parte de lo que es nuevo acerca de este sistema.

El borde delantero de la persiana de escape se desvía hacia el túnel y expulsa el aire desde el interior del túnel. La persiana de admisión está situada en la pared del túnel opuesta a la lumbrera de escape. Su línea de articulación está diseñada para alinearse con el borde delantero de la persiana de escape en el establecimiento del diseño. El borde trasero de la persiana de admisión está desviado hacia el túnel. Está desviado en un mayor grado que la persiana de escape para hacer que la velocidad del flujo de aire interno aumente creando una tobera N. Esta es la clave. Ese aumento de la velocidad origina una disminución de la presión estática interna (ley de Bernoulli). La inferior presión estática interna (por debajo de la atmosférica) aspira realmente aire hacia la entrada. Como mínimo, la persiana de admisión tiene la misma cuerda o longitud que la persiana de escape. En algunas configuraciones de túnel de viento es deseable que la persiana de admisión tenga una longitud o cuerda mayor que la persiana de escape para reducir la desviación requerida.

Los intercambiadores de aire de túneles de viento tradicionales tienen ya sea secciones de escape y de admisión separadas del túnel de viento o, si están en la misma parte del túnel de viento, no hay interacción favorable entre las dos persianas para producir esta caída deseada de la presión estática interna. Otros diseños han empleado una pantalla o algún otro dispositivo de producción de resistencia aerodinámica aguas abajo del escape y aguas arriba de la admisión para conseguir una caída de la presión estática interna con el fin de hacer que entre en el túnel el aire exterior. Aunque esto funciona, es muy ineficaz. Esto da lugar a la pérdida innecesaria de la presión total y el sirviente pierde rendimiento en el túnel. A menudo se requiere canalización adicional para controlar la presión

estática interna, lo que aumenta el coste de la construcción. La presente realización evita estos problemas y consigue el deseado intercambio de aire con la mínima pérdida de potencia.

5 Haciendo a continuación referencia a las figuras 11, 12, un deflector 1100 está situado a lo largo del borde inferior de una entrada 1101, 1102 de practicante de vuelo con el fin de reducir el flujo de aire desde la cámara de vuelo al recinto o sala 802 y minimizar con ello la resonancia de cavidad en la sala 802. El deflector 1100 tiene un borde delantero 1103 en ángulo. El borde delantero 1103 se inclina hacia la cámara de vuelo 10 en una dirección aguas abajo. La cámara de vuelo 10 puede ser redonda en lugar de un polígono, como se muestra. Opcionalmente, puede estar montado un deflector 1196 en la parte superior de la puerta, en la que se dobla hacia dentro hacia una zona de estacionamiento desde la cámara de vuelo.

10 Haciendo referencia seguidamente a las figuras 13, 14, se muestran los ventiladores 40, 41 de la figura 2 en su diseño preferido. Aquellos están orientados ligeramente hacia fuera cada uno del otro con respecto a una línea central, como se muestra. Los planos P41, P42 de ventilador están inclinados aguas abajo, formando un ángulo agudo P43. El carenaje de ventilador (camisa de ventilador) 1300 tiene paredes divergentes 1302 después del siguiente segmento hasta la pala 1301. Nominalmente, W1 puede ser 2,62 metros (103 pulgadas), y W2 puede ser 3,10 metros (122 pulgadas). Un escalonamiento de los ventiladores puede ayudar a situar las dos camisas de ventilador 1300 más cerca entre sí, tal como moviendo el frente 149 del ventilador 41 hacia la línea de trazos discontinuos 1499. Esto reduce la distancia entre las dos columnas de aire desde los ventiladores, lo que reduce la longitud de la cámara impelente de retorno y la altura. La pala 1301 puede estar hacia delante.

20 Haciendo referencia ahora a las figuras 15, 16, se muestra un simulador de retorno doble 1500. A los componentes funcionales equivalentes al simulador de retorno único 1 se les han dado los mismos números, en los cuales no se precisa descripción adicional.

25 En esta realización particular, la cámara de vuelo 1503 tiene paredes paralelas en lugar de paredes divergentes con el fin de proporcionar en ella un flujo de aire relativamente constante. Por encima de la cámara de vuelo 1503 hay un difusor 1504 que se conecta a un desviador doble 1505. El desviador doble 1505 tiene dos paletas de desviación 1507, 1508. La tubería 1521 de ventilador soporta los ventiladores 40, 41. Difusores superiores 1520 se conectan a los desviadores 2, 4 como se muestra. Cada una de las cámaras impelentes de retorno 5 verticales, izquierda y derecha, tiene un sistema regulador de temperatura 1000.

30 Cada una de las cámaras impelentes inferiores 7 se conecta a un desviador doble 1501. El desviador doble 1501 tiene dos paletas de desviación 1505, 1506. Un elemento de contracción de flujo de aire 1502 acelera el flujo de aire hacia la cámara de vuelo 1503. Puede ser soportada una mayor cámara de vuelo 1503 con los cuatro ventiladores mostrados en comparación con la realización de cuatro ventiladores de la figura 2.

35 Haciendo referencia a continuación a la figura 17, un simulador de retorno doble 1700 tiene una cámara de vuelo 1701 con un practicante de vuelo 1704 en la misma. Los componentes 1702, 1703 de retorno de aire están mostrados con esta vista superior en planta para formar una configuración en V (el ángulo 1705 es un ángulo agudo) que se extiende desde la cámara de vuelo 1701. Un uso para este simulador 1700 es una pasarela peatonal pública PW, como se muestra, una zona de visión VA justo hacia la pasarela peatonal PW, mientras que los componentes 1702, 1703 son a prueba de sonido y están ocultos por la pared W. Como se ha hecho observar anteriormente, los ventiladores y la tubería relacionada pueden estar montados en el techo.

40 Haciendo referencia ahora a la figura 18, otro simulador 1800 en forma de V está dispuesto en un entorno de paseo diferente. La pasarela peatonal PW tiene un espacio de tiendas de venta al por menor caro a lo largo de la zona 1805. Un espacio de paseo o calle menos caro 1899 puede tener zonas de tiendas y puede alojar componentes 1801, 1802 de aire de retorno. Una pared exterior WOUT sitúa los componentes 1803, 1804 de retorno de aire al exterior, como se muestra.

45 En referencia seguidamente a la figura 19, una pared W crea una zona cerrada designada como PUBLICA. Se muestran posibles configuraciones de simuladores 1 y 1500. Individuos humanos 1704 practicantes de vuelo pueden crear una zona de diversión interior excitante designada como PUBLICA.

50 Haciendo referencia a continuación a la figura 20, se muestra una interpretación artística del simulador 1 de la figura 1, en la que un paseo 2000 tiene una pasarela peatonal PW. El término "paseo" incluye en esta memoria una avenida de ocio de elevada densidad de población que incluya parques de diversión, complejos de teatro, centros de ocio familiares y recintos de colegios. El nivel del suelo  $G_2$  forma la zona peatonal  $d_1$  de manera que el público mira hacia la cámara de vuelo transparente 10. Una zona 2001 de expedición de entradas podría unirse a fachadas de tiendas de venta al detalle. Se muestran en trazos discontinuos las paredes W y los componentes 5, 6, 7, 8 de la pantalla del suelo  $G_2$ .

55 Haciendo referencia a continuación a las figuras 21 y 21A, se muestra un elemento de contracción de flujo de aire de dos etapas. Un elemento de contracción 2111 de primera etapa es horizontal y alimenta el desviador 8. El elemento de contracción 2112 de segunda etapa es vertical y alimenta a la cámara de vuelo 10. El simulador 2110 puede enterrar el elemento de contracción 2111 de primera etapa bajo el suelo. El resultado es menos ruido y menor altura del elemento de contracción 2112 de segunda etapa. Esta realización puede proporcionar una altura global menor

para el simulador 2110.

En referencia seguidamente a la figura 22, una zona de estacionamiento 2200 tiene una cámara de vuelo 2202 con un fondo B que consiste en una red de malla 2201.

5 Una realización de la red de malla que forma el suelo de la cámara de vuelo es un tejido de cable de aviación de acero inoxidable de 3/32-17 hilos formando una rejilla de 60 cm x 60 cm (2'x2'). Uno o ambos extremos del cable discurren a través de un muelle de compresión, dependiendo de las condiciones de la aplicación particular. Una de ciento veintidós (122) cables constituye el suelo del túnel representado. El número de cables dependerá de la forma y del tamaño de la cámara de vuelo 2202, del número máximo de personas practicantes de vuelo previstas para la cámara de vuelo y de otras consideraciones de diseño.

10 La compresión de los muelles se ajusta para proporcionar el "rebote" apropiado hacia el suelo, proporcionando una seguridad incrementada si un practicante de vuelo resulta inestable y cae hacia el suelo de cables.

### Paredes de Visión del Túnel

15 Hay 11 paneles acrílicos de 31 mm (1-1/4") de grueso que permiten al controlador, a los practicantes de vuelo y a los espectadores de la zona de estacionamiento/visión ver la actividad en la cámara de vuelo y plataforma de vuelo en la realización representada. El número de paneles dependería de la instalación. Hay un gran panel acrílico que permite a los espectadores ver el interior de la sala de control.

20 Haciendo referencia a continuación a la figura 23, una cámara de vuelo 10 tiene un sensor 2600 de practicante de vuelo que usa ondas de energía 2601 (luz, radio, sonido, UV, etc.) para detectar un practicante de vuelo que se mueva demasiado alto en la cámara de vuelo 10. Un controlador 2602 puede consistir en una simple lógica de salida de conexión/desconexión (on/off), o modulador de corriente o similares para reducir temporalmente el flujo de aire para hacer descender al practicante de vuelo en la cámara de vuelo. Una puerta 2604 de ambiente de emergencia puede también ser abierta por el controlador 2602. Una red de malla 2605 puede ser también usada para evitar que los practicantes de vuelo se desplacen a demasiada altura.

25 En referencia a continuación a la figura 24, otro difusor 2700 podría servir también como una cámara de vuelo. Las paredes 2701 pueden ser paneles acrílicos de 7,62 cm (tres pulgadas). La salida oval 2702 tiene bordes curvados.

30 Haciendo referencia seguidamente a la figura 25, un barco 2850 tiene un simulador 2801 con un sistema 2800 de enfriamiento del agua de mar. Una entrada 2851 de agua de mar alimenta un intercambiador de calor 2853 en el simulador por medio de un controlador de flujo 2852. Un sensor 2854 de la temperatura del aire comunica con un controlador de temperatura 2802 para mantener la temperatura del aire en un punto ajustado controlando el controlador 2852 de flujo de aire.

Las figuras 26, 27, 28 ofrecen diseños de cables individuales que pueden formar una red de malla. La aerodinámica básica enseña que un perfil del tipo de ala reduce la resistencia aerodinámica, en contraposición a un perfil romo o plano. El cable 2300 tiene un núcleo 2301 de elementos retorcidos estándar con una envoltura helicoidal externa 2302 mostrada en la figura 26.

35 El cable 2400 tiene un núcleo 2401 de elementos retorcidos modificado, con un elemento helicoidal único 2402 ausente, como se muestra en la figura 27.

El cable 2500 tiene un núcleo retorcido modificado 2501 con elementos helicoidales dobles 2502 ausentes, como se muestra en la figura 28.

40 Haciendo referencia ahora a la figura 29, la realización representada de cable 2900 tiene dieciocho hilos. Los hilos 2901 forman un perímetro de cables exterior y tienen diámetros  $d_1$  aproximadamente iguales.  $D_1$  es de aproximadamente 0,4828 mm (0,019 pulgadas) en la realización representada. El hilo L19 completa el perímetro exterior del cable y tiene un diámetro  $d_2$ , que es diferente de  $d_1$ . En la realización representada de la figura 29, el hilo L19, mostrado en línea llena, tiene un diámetro mayor de aproximadamente 0,7112 mm (0,028 pulgadas). El hilo L19a, mostrado en líneas de trazos discontinuos, tiene un diámetro menor que el de los hilos 2901.

45  $D_2$  ha de ser al menos el 10% diferente de  $d_1$ , más comúnmente  $D_2$  será el 25% o más diferente de  $d_1$ . En aquellas realizaciones en las que  $d_2$  es mayor que  $d_1$ ,  $d_2$  ha de ser tanto como el 250% el tamaño de  $d_1$ . Otras magnitudes de variación de tamaño funcionarían de una manera similar. Cuando  $d_2$  es menor, el tamaño mínimo de  $d_2$  estará determinado por consideraciones estructurales. El hilo L19a debe ser de tamaño suficiente para no romperse en uso y para mantener separados, al menos mínimamente, los dos hilos adyacentes 2901. El número de hilos dependerá de la aplicación en la que sea usado el cable. En principio, se pueden hacer cables con 6 o más hilos de acuerdo con la presente descripción y funcionan correspondiente.

50 Los hilos interiores 2902, 2903 pueden tener diámetro diferente al de los hilos 2901 y formar el núcleo del cable 2900. El hilo central 2903 puede tener un diámetro diferente al de los hilos 2902. Es irrelevante que el diámetro de los hilos interiores 2902 y 2903 esté en relación al diámetro  $d_2$  de L19.

En la realización representada de 2900 con L19 la relación de  $D_2/D_1$  es de aproximadamente 1,47, en la que el diámetro  $d_3$  es aproximadamente el 10% mayor que el diámetro uniforme  $d_4$  del hilo. El cable 2900 es un tipo de hilo retorcido formando el hilo L19 un nervio helicoidal mostrado en la figura 9.

5 Haciendo referencia a continuación a la figura 30, el cable 3000 tiene una línea continua L30 de hilo de perímetro exterior mayor con un diámetro  $d_5$ . En la realización representada,  $d_5$  es de 0,8636 mm (0,034").  $D_1$  es el mismo que en la figura 5. La relación  $D_5/D_1$  es aproximadamente 1,79. La longitud  $d_6$  está aproximadamente 0,5055 mm (0,0199 pulgadas) por encima de de la extensión de la superficie perimétrica S en la realización representada.

10 En la figura 30 se muestran también hilos L30a en líneas de trazos discontinuos con un diámetro  $d_5$  el 50% menor que  $D_1$ . En esta realización, se utilizarán dos o más hilos L30a para mantener abierto el espacio de separación G. El cable 3000 con dos hilos L30a se muestra en una vista en perspectiva, formando el espacio de separación G una ranura helicoidal en la figura 34.

15 En la figura 32 se muestra otra realización del cable 3010. Los hilos exteriores 3011, los hilos interiores 3012 y 3013 forman la estructura principal del cable 3010. Los hilos L301a tienen un diámetro el 50% menor que el diámetro de 3011. En lugar de que ambos hilos L301a estén en un espacio de separación G único, como en la figura 6, los hilos L301a están situados en cualquier lado del hilo 3010, formando dos ranuras helicoidales.

Haciendo referencia a continuación a la figura 33, se ve en perspectiva el nervio helicoidal de L19.

20 Durante el funcionamiento del túnel de viento, el aire a más de 32,2 km/h (20 MPH) pasa según un ángulo de unos 90° con el cable que forma un suelo de cables/red de seguridad mostrado en la figura 22 (2202). En la totalidad de los cables descritos, la dirección de la que viene el flujo de aire no es crítica para el funcionamiento del dispositivo. Aparte de que el flujo de aire vaya directamente por la longitud del cable abajo, todas las otras direcciones del flujo de aire sobre el cable se cree que dan lugar al menos a algo de reducción de la resistencia aerodinámica.

La figura 31 muestra un cable 3300 con 15 hilos. Los hilos 3301 forman el perímetro exterior con L31. Los hilos 3302 y 3303 forman el núcleo interior del cable 3300. L31 puede ser de menor diámetro que el hilo L31 (no mostrado).

25 Los cables descritos pueden ser usados en cualquier túnel de viento u otro entorno en el que sea deseable utilizar un cable que sufra menos que la resistencia aerodinámica normal cuando pasa a través del aire o cuando el aire pasa sobre el cable, no precisamente en túneles de viento de recirculación.

30 La figura 35 es un gráfico que muestra el coeficiente de resistencia aerodinámica de diferentes cables como una función de la presión dinámica. En la totalidad de los cables de ensayo, casi todos los hilos del cable tenían aproximadamente un diámetro de 0,048 cm (0,019 pulgadas). La línea 3401 muestra un cable de alambres retorcidos estándar. Las líneas 3403 y 3405 muestran cables 2300 con hilo helicoidal 2302 arrollado alrededor del perímetro. La línea 3402 muestra un hilo como el de la figura 30 con un  $d_5$  de 0,089 cm (0,035 pulgadas). La línea 3404 muestra un hilo como el de la figura 29 con un  $d_2$  de 0,064 cm (0,025 pulgadas).

35 Los cables descritos no cuestan generalmente ninguna cantidad apreciable más de fabricación que un cable estándar del mismo tamaño. Por lo tanto, cualquier reducción de la resistencia aerodinámica y cualesquiera ahorros correspondientes de consumo de energía que resultan del uso de este cable de baja resistencia aerodinámica da lugar a ahorros de coste directos.

**REIVINDICACIONES**

1. Un simulador de caída libre de túnel de viento vertical, que comprende:  
una cámara impelente de flujo de aire de recirculación que tiene una configuración generalmente rectangular;  
una cámara de vuelo vertical (10, 1503, 2202) capaz de hacer flotar al menos un humano alojado dentro de un primer miembro vertical de la cámara impelente de flujo de aire;  
uno o dos conductos de retorno de la configuración generalmente rectangular, comprendiendo cada conducto de retorno un miembro horizontal superior (30), un segundo miembro vertical (5) y un miembro horizontal inferior (7);  
y al menos un conjunto de ventiladores (3) en cada conducto de retorno,  
caracterizado porque el al menos un conjunto de ventiladores de cada conducto de retorno comprende una pluralidad de ventiladores.
2. El simulador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que  
el simulador tiene un conducto de retorno que comprende el miembro horizontal superior (30), el segundo miembro vertical (5) y el miembro horizontal inferior (7),  
siendo el primer miembro vertical un primer miembro lateral vertical y siendo el segundo miembro vertical un segundo miembro lateral vertical de la configuración generalmente rectangular que comprende además el miembro horizontal superior y el miembro horizontal inferior.
3. El simulador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el simulador tiene dos conductos de retorno, comprendiendo cada conducto de retorno un miembro horizontal superior, un segundo miembro vertical (5) y un miembro horizontal inferior (7);  
comprendiendo la configuración generalmente rectangular los miembros superiores, los segundos miembros laterales verticales y los miembros inferiores de los dos conductos de retorno,  
siendo el primer miembro vertical de la cámara impelente de flujo de aire un miembro vertical central de la configuración generalmente rectangular.
4. El simulador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la cámara de vuelo vertical (10, 1503, 2202) está situada en el lado de entrada del al menos un conjunto de ventiladores (3).
5. El simulador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el al menos un conjunto de ventiladores (3) de cada conducto de retorno comprende una pluralidad de ventiladores montados horizontalmente en el miembro horizontal superior de cada conducto de retorno.
6. El simulador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la pluralidad de ventiladores están montados en una disposición de lado a lado.
7. El simulador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el miembro horizontal superior (30), el segundo miembro vertical (5) y el miembro horizontal inferior (7) de cada conducto de retorno de la configuración generalmente rectangular tienen, cada uno de ellos, un segmento de pared divergente para expandir un flujo de aire en circulación mientras se mantiene un flujo de aire generalmente laminar.
8. El simulador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que una parte más superior del miembro superior está a no más que unos 15-36 m (50-120 pies) por encima de la parte más inferior del miembro inferior de la configuración generalmente rectangular.
9. El simulador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la cámara de vuelo vertical (10, 1503, 2202) comprende además una zona de estacionamiento (800) con múltiples medios (802, 804) de cámara que funcionan para permitir la entrada y la salida de la cámara de vuelo vertical manteniendo uno operable para flujo de aire de vuelo a través de la cámara de vuelo.
10. El simulador de acuerdo con la reivindicación precedente, en el que la cámara de vuelo vertical tiene una abertura de entrada y una abertura de salida a la zona de estacionamiento (800), equipada con puertas (806, 807) y la zona de estacionamiento comprende una primera sala de estacionamiento (802) y una segunda sala de estacionamiento (804) separadas por una puerta (803), creando de ese modo un cierre de aire.
11. El simulador de acuerdo con la reivindicación precedente, en el que la cámara de vuelo tiene una puerta de entrada (806, 807) con un deflector (1100) en su borde inferior de aguas arriba.
12. El simulador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la cámara de vuelo (10, 1503, 2202) comprende además una forma ovalada en sección transversal horizontal.

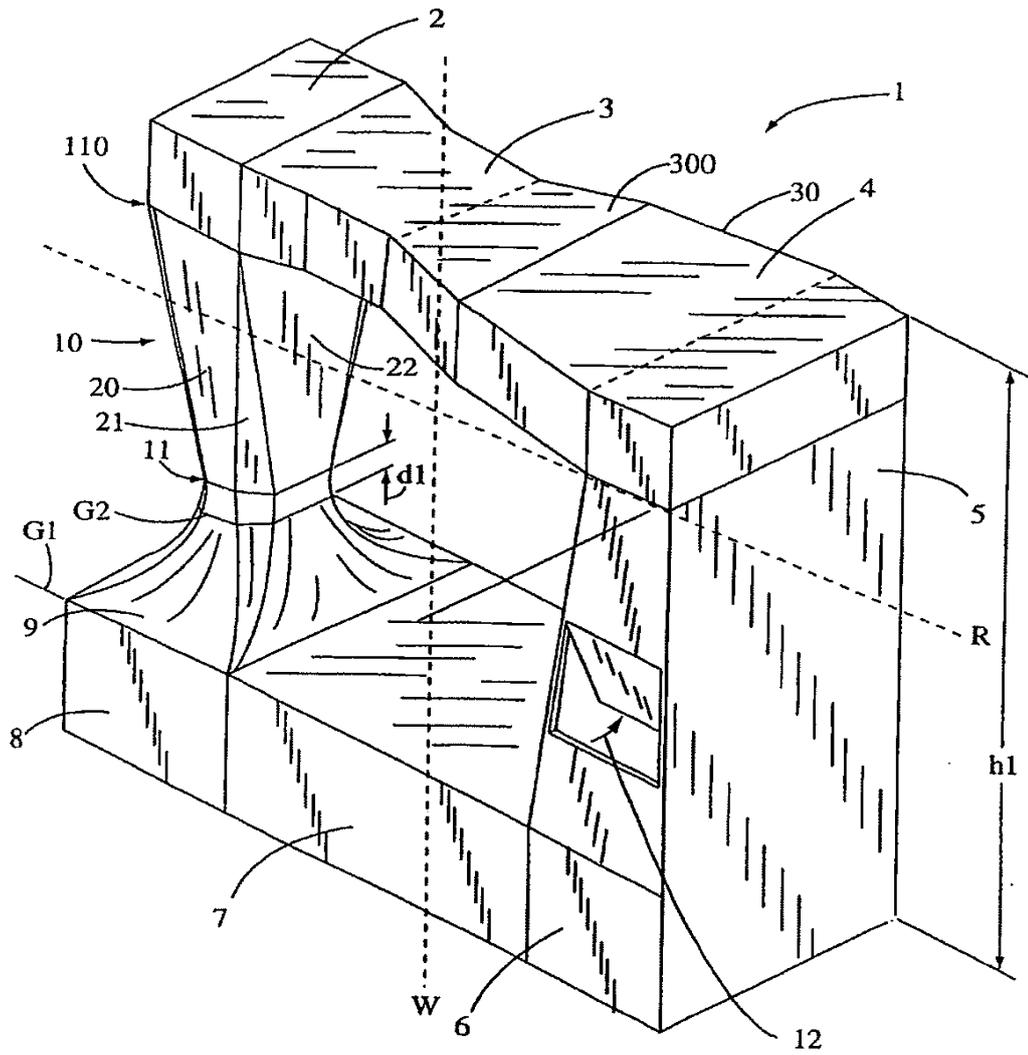


Fig. 1

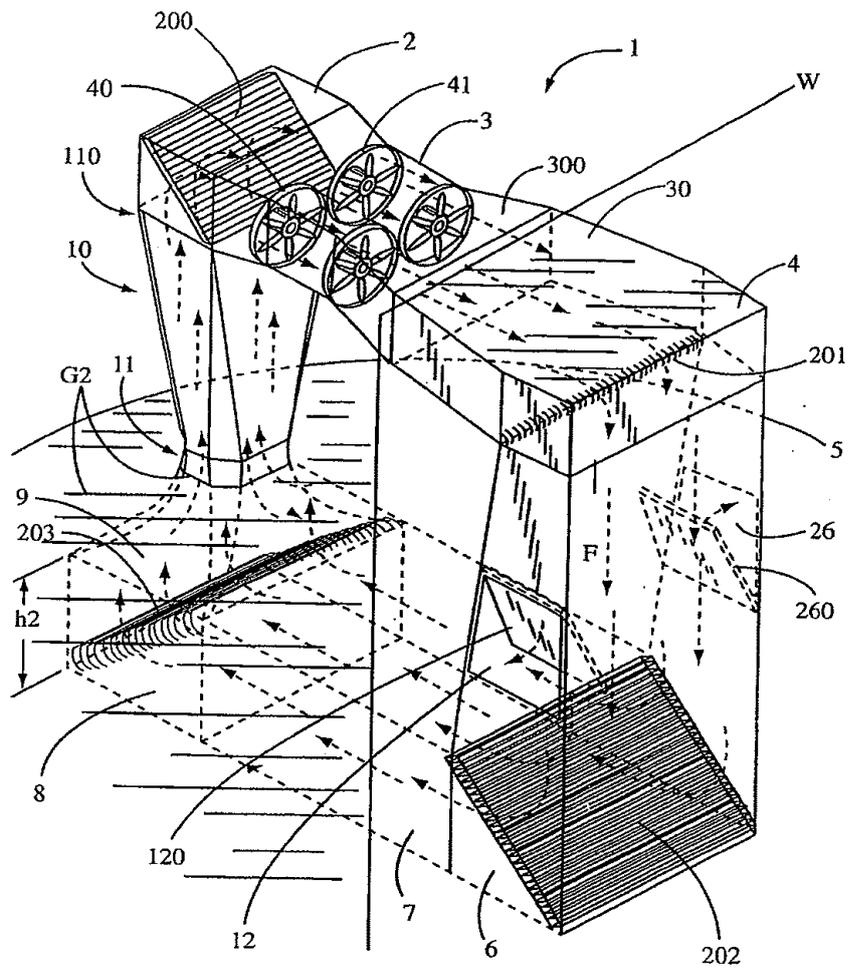


Fig. 2

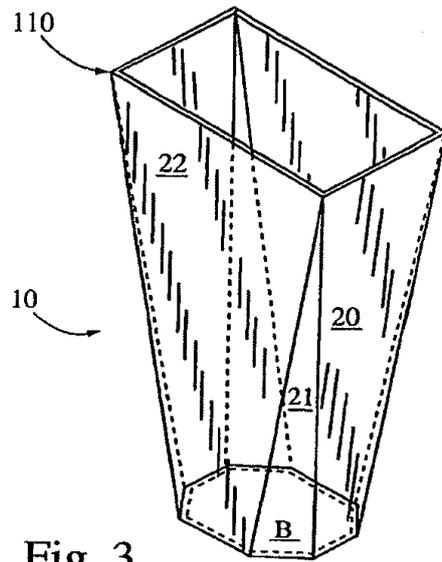


Fig. 3

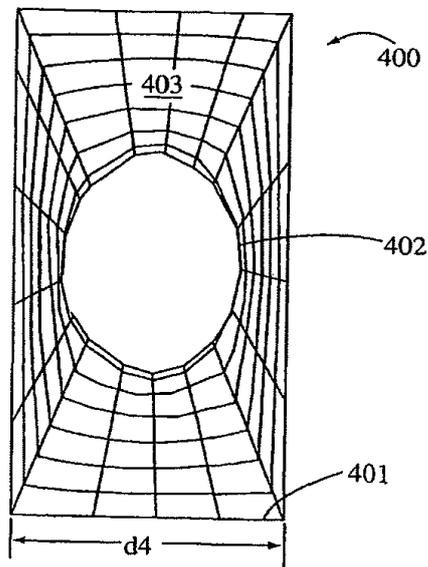


Fig. 4

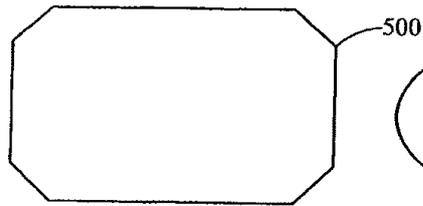


Fig. 5

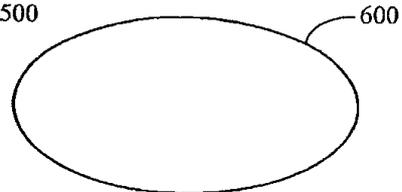


Fig. 6

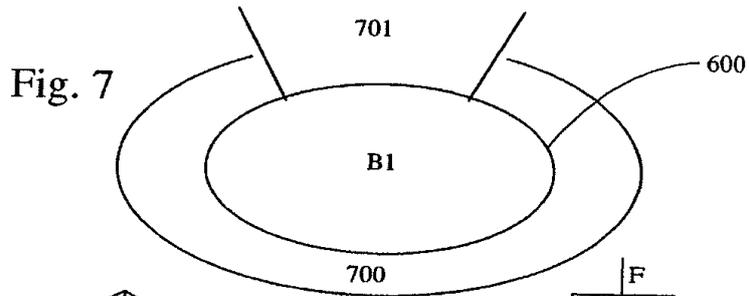


Fig. 7

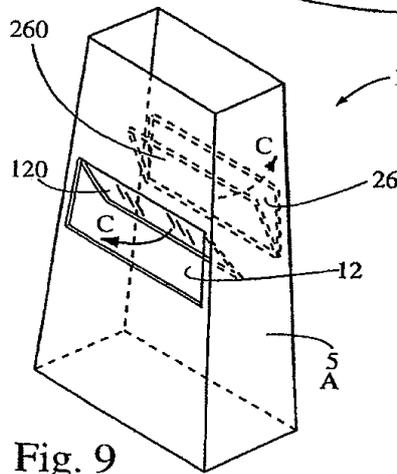


Fig. 9

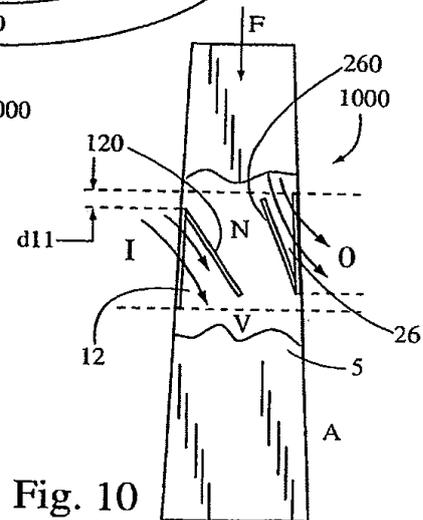
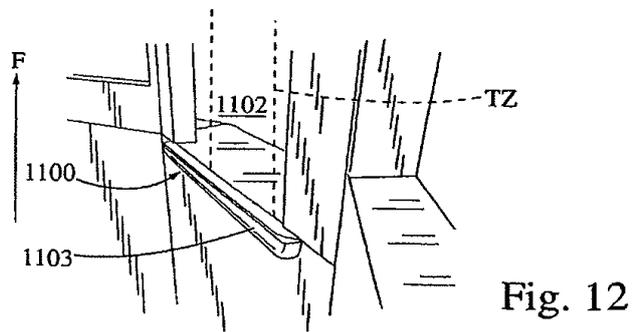
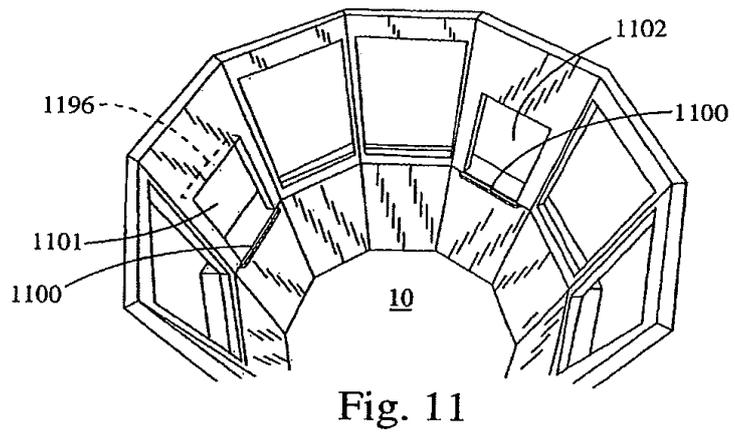
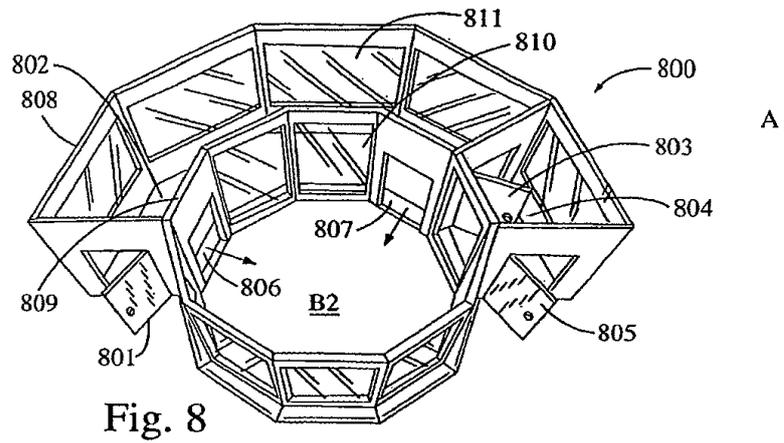


Fig. 10



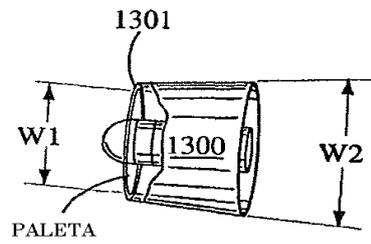


Fig. 13

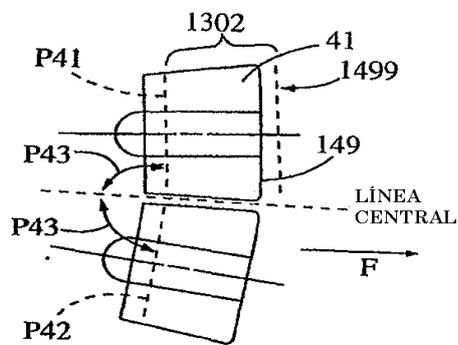


Fig. 14



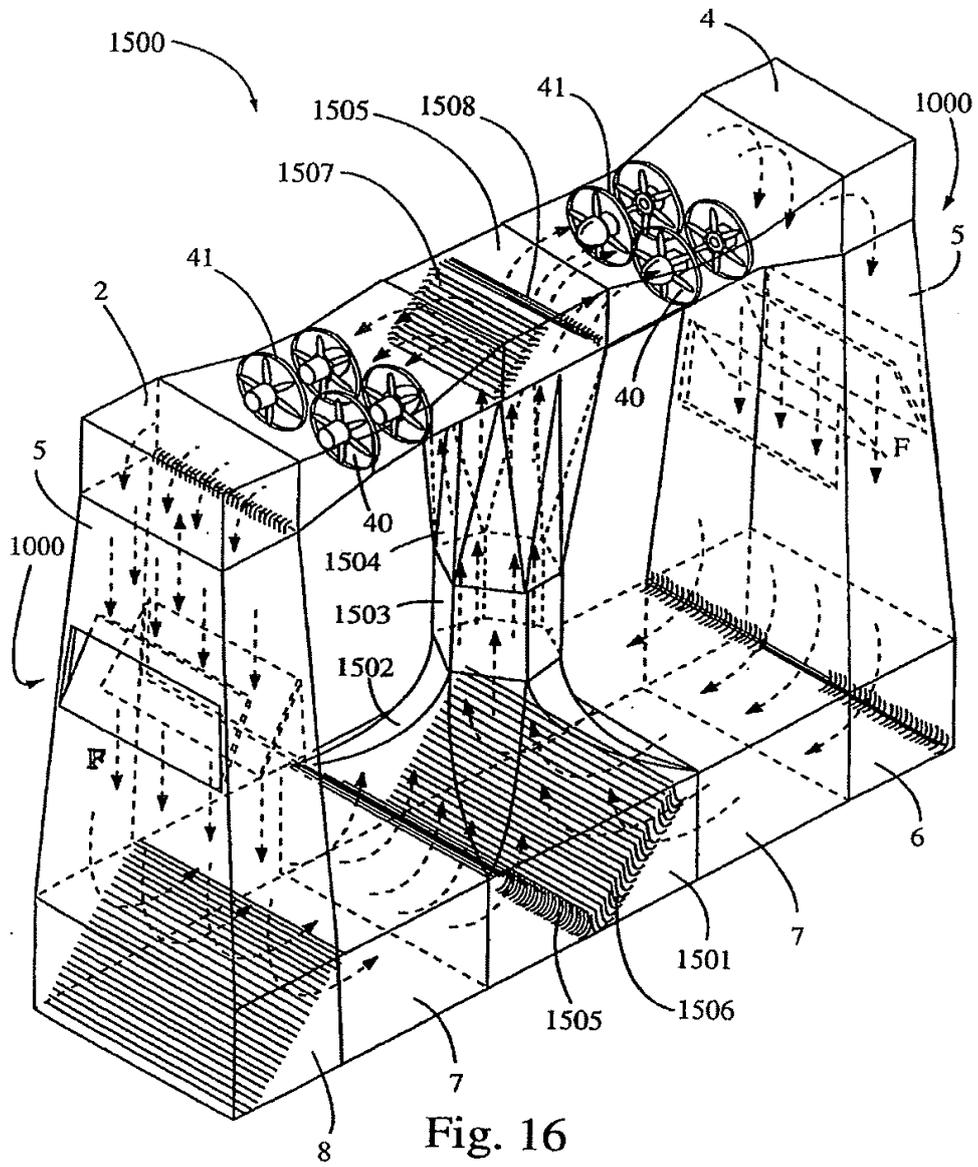
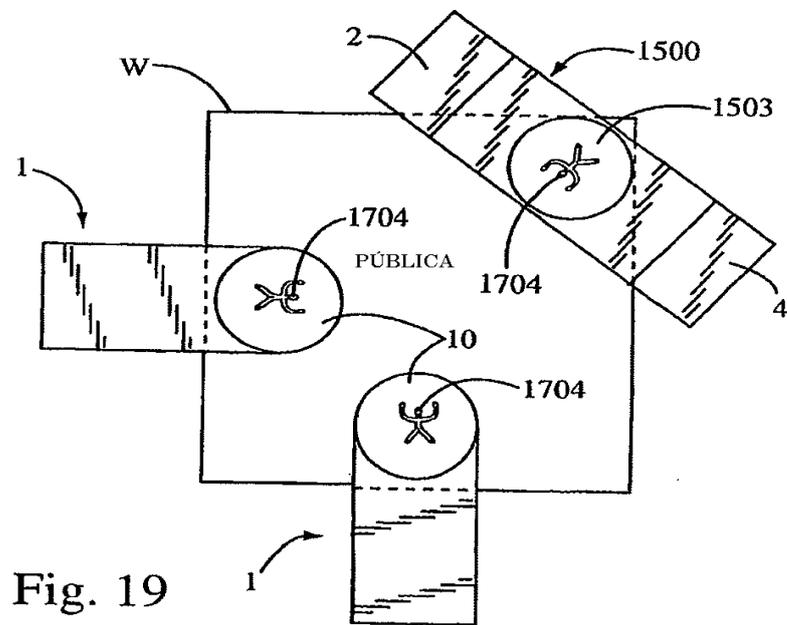
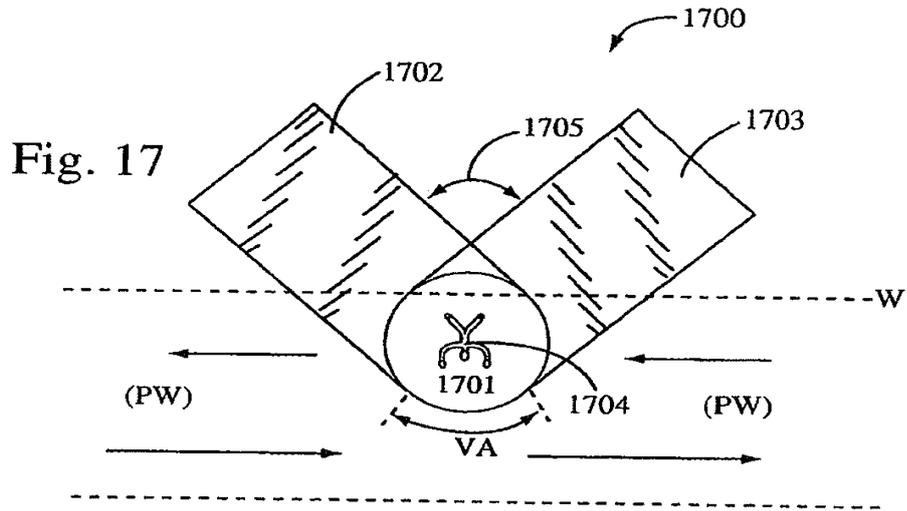


Fig. 16



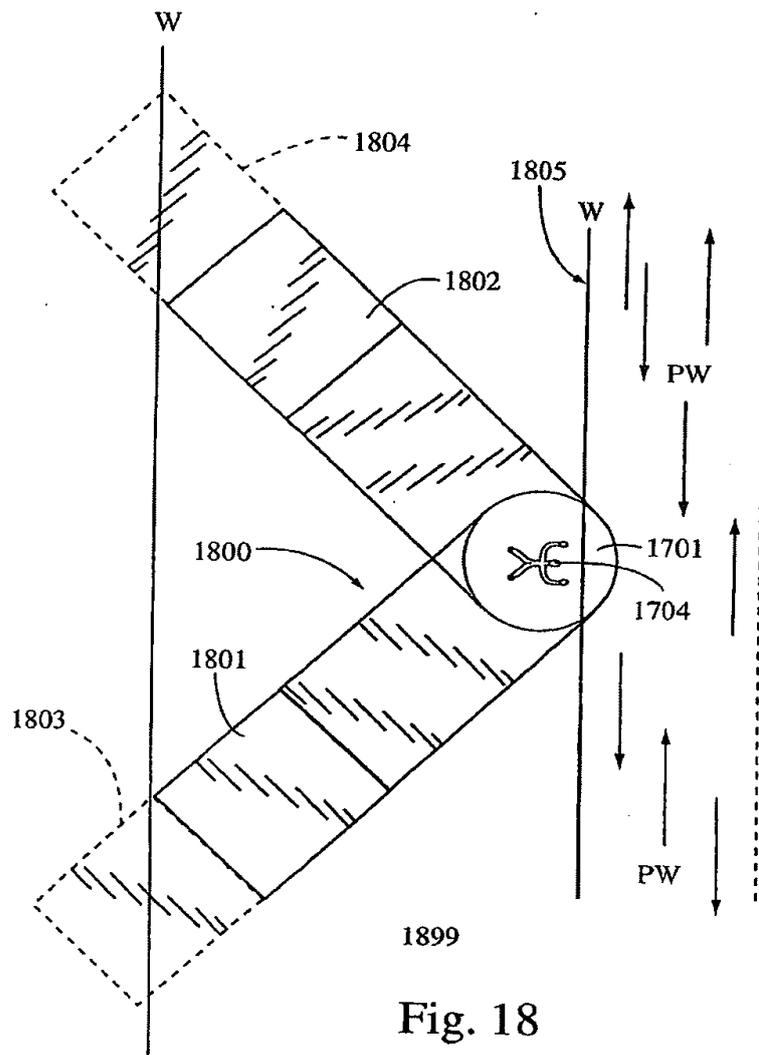


Fig. 18

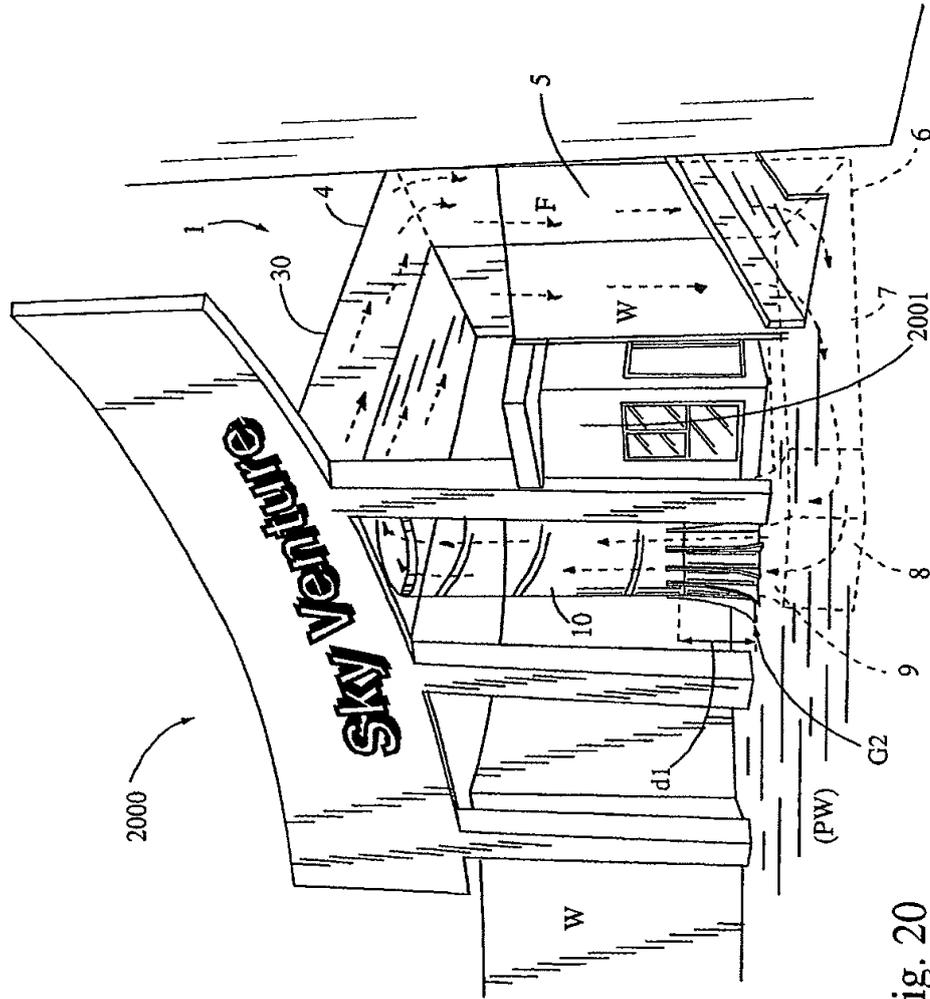


Fig. 20

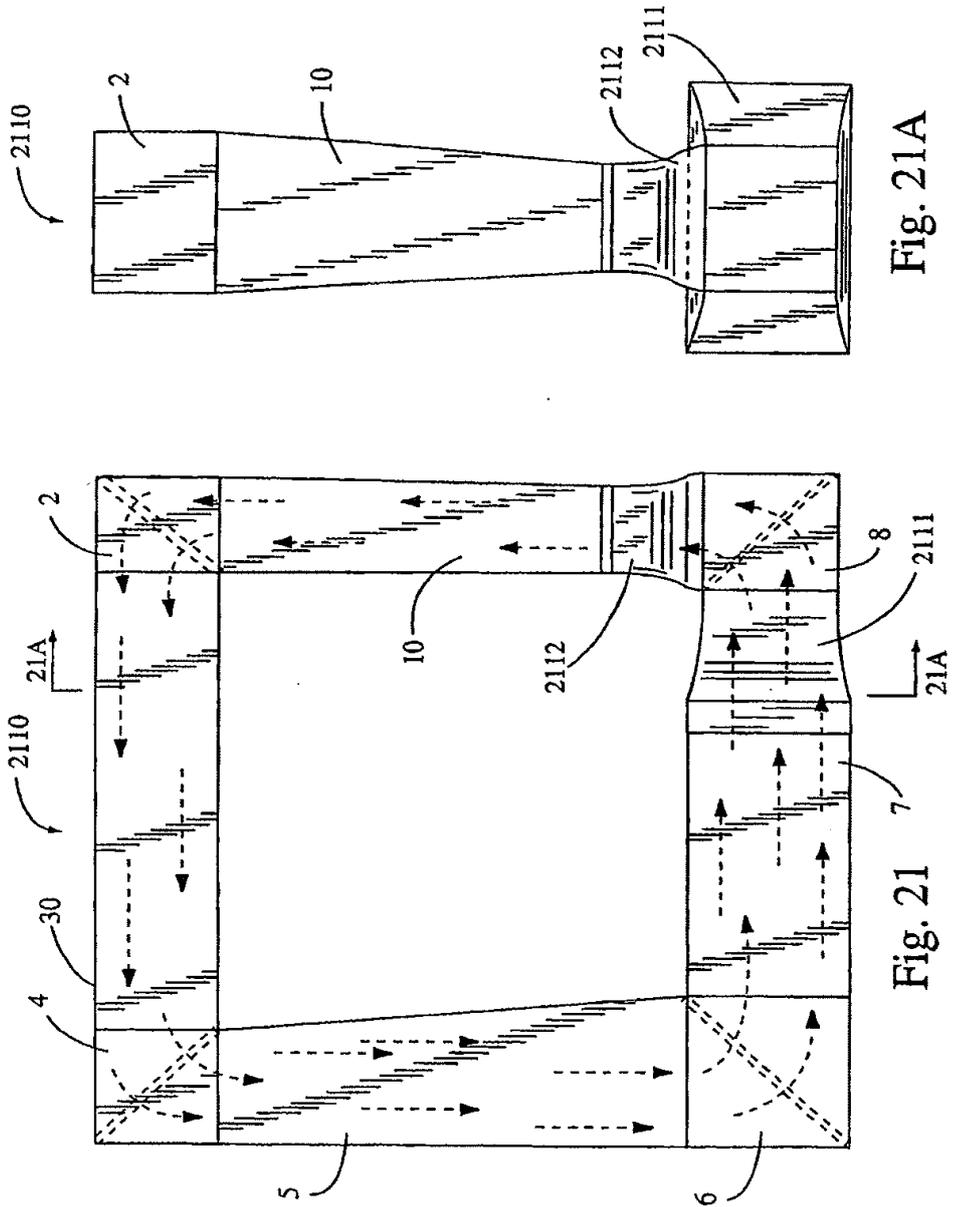
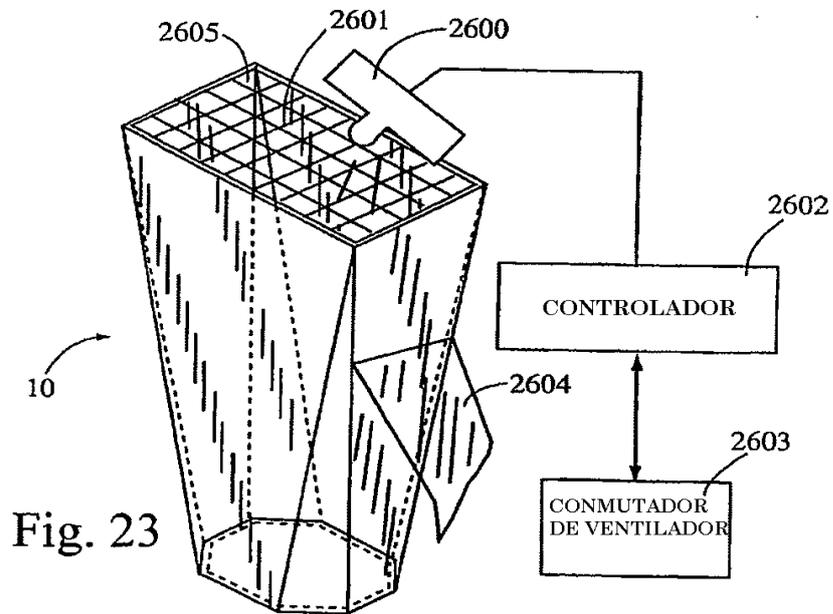
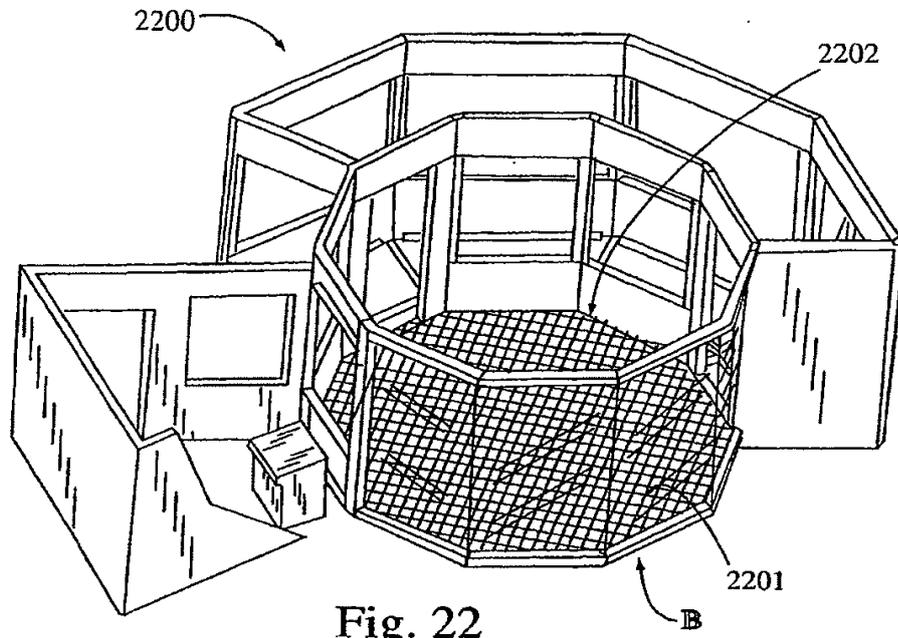


Fig. 21A

Fig. 21



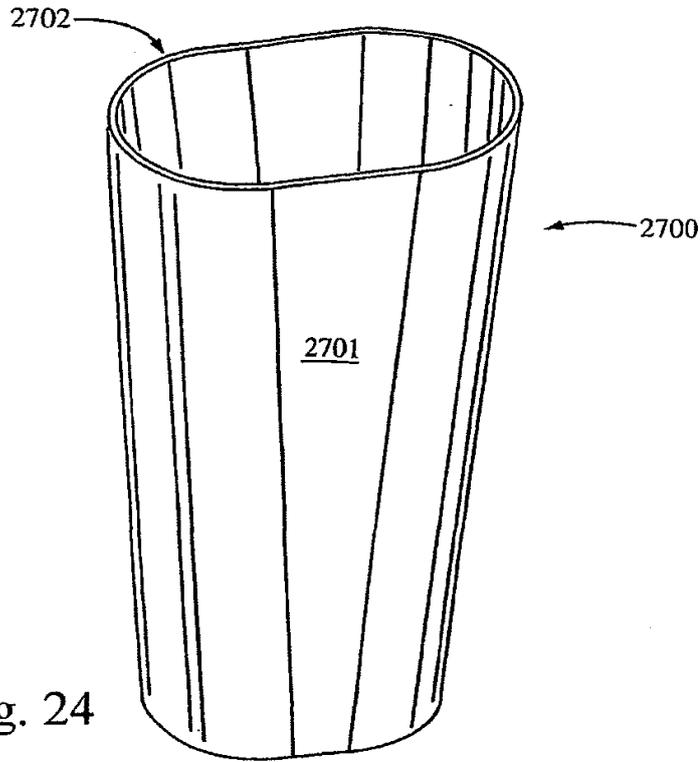


Fig. 24

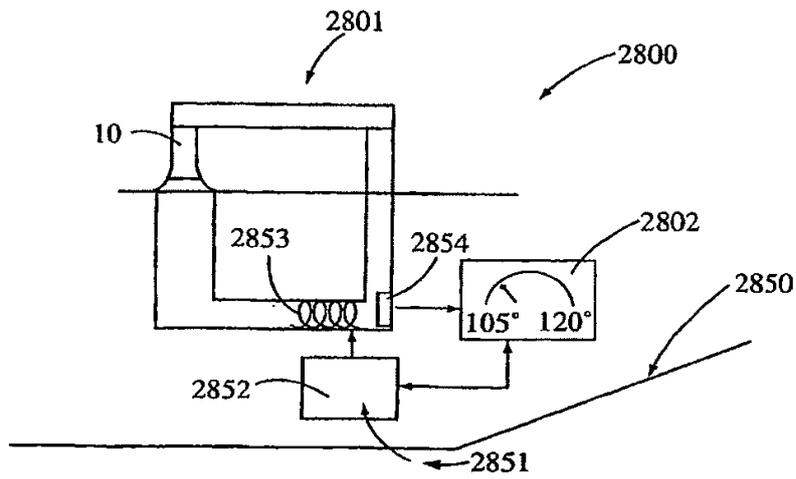
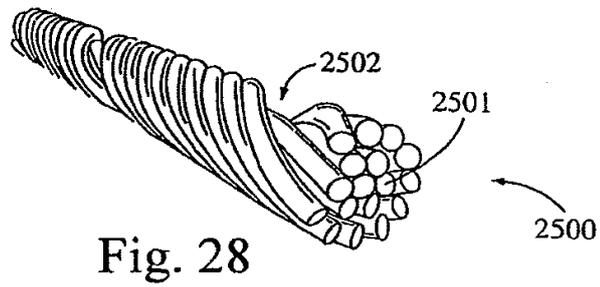
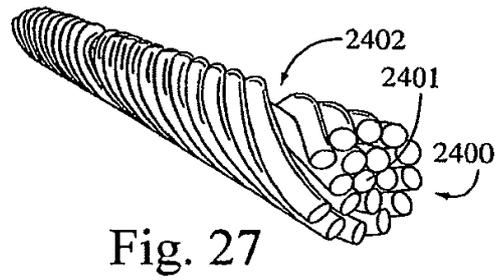
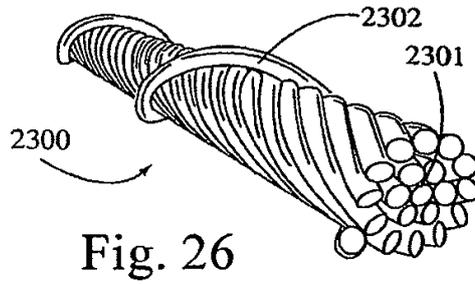
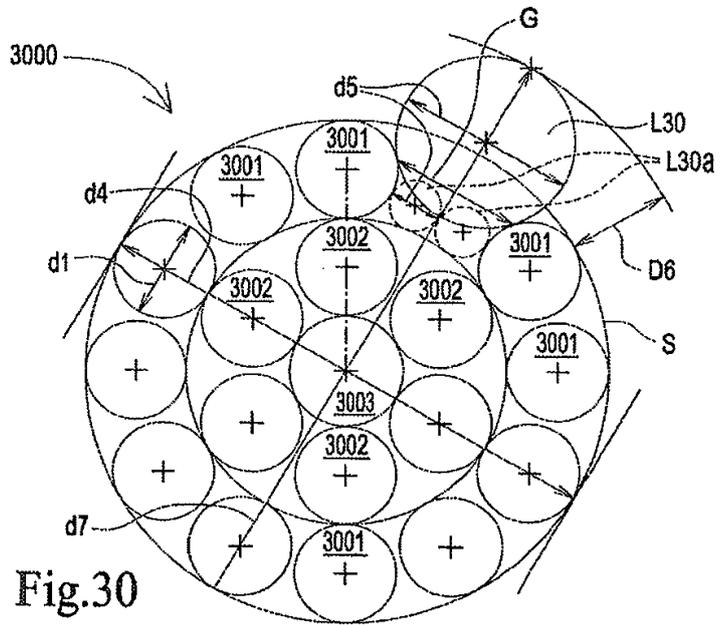
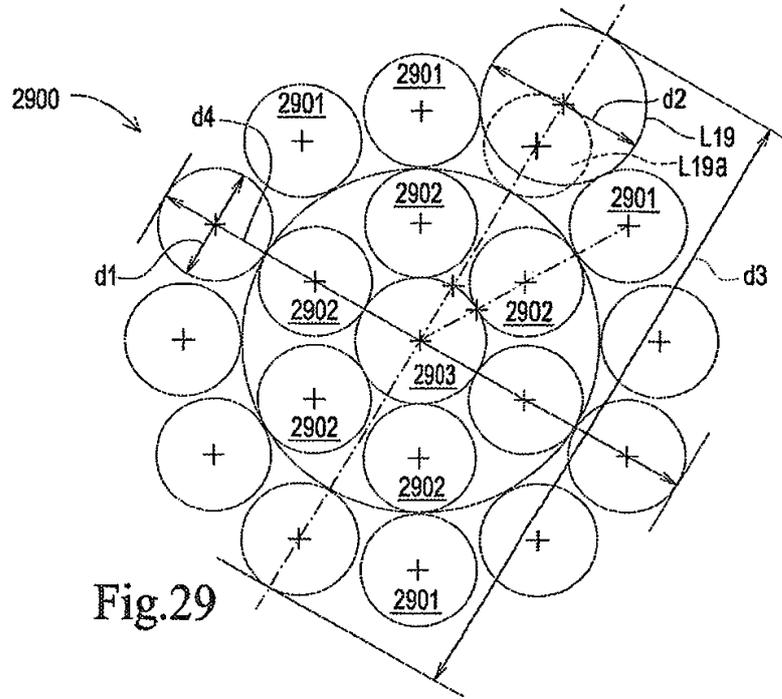


Fig.25







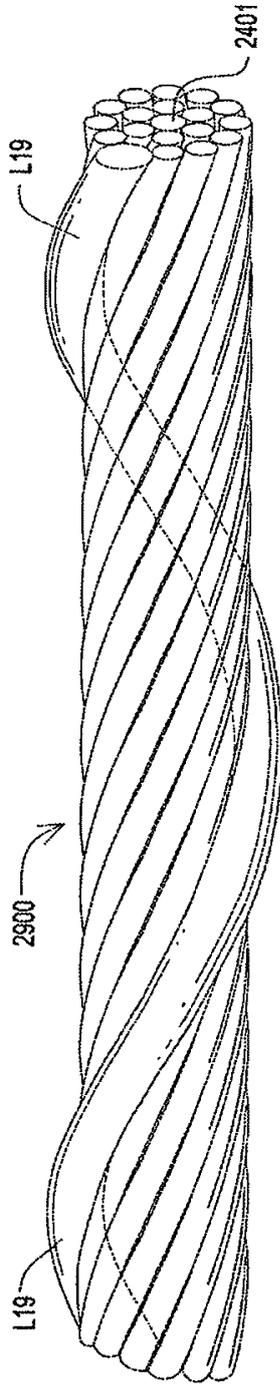


Fig.33

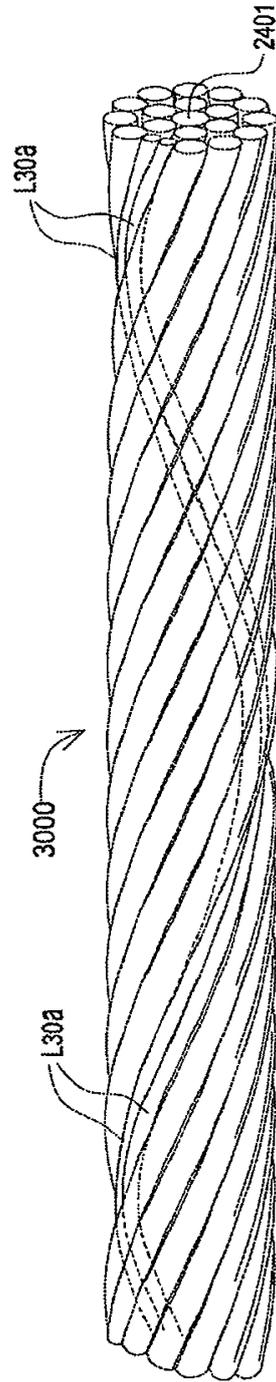


Fig.34

COMPARACIONES DE ALAMBRES

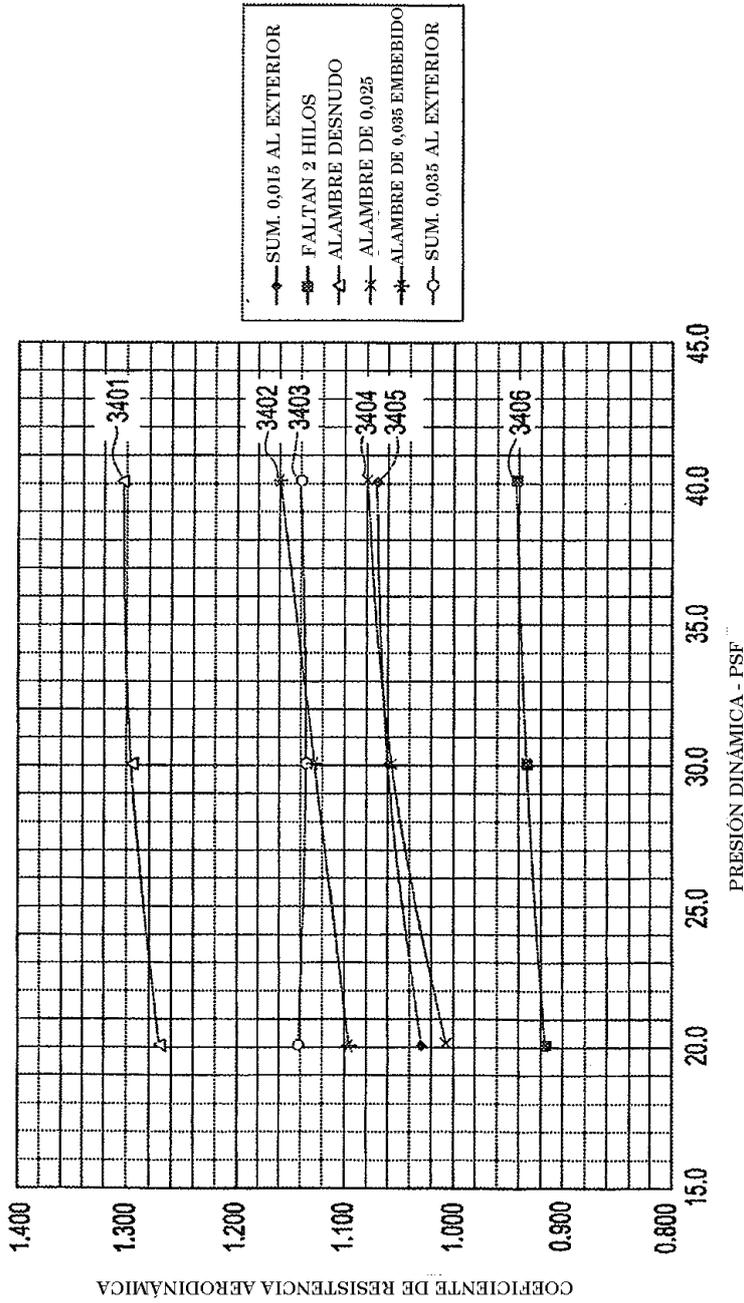


Fig.35