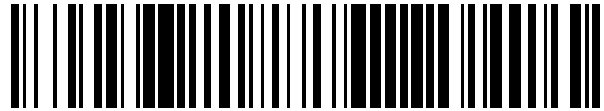


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 077**

51 Int. Cl.:

**E01D 11/02** (2006.01)

**E01D 19/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.04.2015 PCT/EP2015/057604**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.10.2016 WO16162059**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.04.2015 E 15714819 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020 EP 3280843**

54 Título: **Puente que comprende un dispositivo para la amortiguación de vibraciones**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**16.02.2021**

73 Titular/es:  
**TECHNISCHE UNIVERSITÄT HAMBURG (50.0%)  
Am Schwarzenberg-Campus 1  
21073 Hamburg, DE y  
TUTECH INNOVATION GMBH (50.0%)**

72 Inventor/es:  
**STAROSSEK, UWE**

74 Agente/Representante:  
**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

**ES 2 806 077 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**

Puente que comprende un dispositivo para la amortiguación de vibraciones

5 La invención se refiere a un puente que comprende un tablero de puente y un dispositivo para amortiguar las vibraciones de dicho puente, comprendiendo el dispositivo al menos un alerón de amortiguación dispuesto a lo largo de al menos un lado del tablero del puente, dicho al menos un alerón de amortiguación amortigua las vibraciones del puente, en donde la dirección longitudinal del al menos un alerón de amortiguación está dispuesta en paralelo a la dirección longitudinal del tablero del puente.

10 Se desea construir puentes colgantes con longitudes de luz grandes. Por ejemplo, el puente Akashi Kaikyo, construido a finales de la década de 1990 en Japón, tiene una longitud de luz de aproximadamente 2000 metros. Dichas grandes longitudes de luz de puente conducen a problemas considerables con respecto a las vibraciones. Esto incluye, en particular, las vibraciones inducidas por el viento y el flameo. Durante el flameo de los puentes se producen vibraciones de torsión y vibraciones de flexión. Suelen ser vibraciones autoinducidas en las que las fuerzas dinámicas del viento son inducidas por las vibraciones del tablero del puente. El flameo se produce, en particular, a través de velocidades del viento que son constantes en el tiempo, contrariamente a las ráfagas de viento o similares. Si la velocidad del viento que actúa sobre el puente sobrepasa un valor crítico, la amortiguación estructural del tablero del puente se supera mediante una amortiguación aerodinámica negativa. Con un aumento adicional de la velocidad del viento, puede producirse un sistema con una amortiguación total negativa en el que una pequeña deformación inicial puede conducir a una vibración creciente con una amplitud prácticamente ilimitada y, de este modo, el fallo del puente. El valor estructural característico para la estabilidad del flameo de los puentes es la velocidad del viento clave  $U_{cr}$ . Es un hecho conocido que  $U_{cr}$  disminuye con la disminución de la frecuencia natural de la vibración y la amortiguación del puente. En particular, los puentes con longitudes de luz grandes tienen frecuencias naturales bajas, por lo que son particularmente propensos al flameo.

15 A partir del documento WO 2006/050802, se conoce un dispositivo para amortiguar las vibraciones, en particular en un puente, que comprende al menos una superficie de control aerodinámico que está montada de manera giratoria y/o desplazable y al menos un amortiguador mecánico que comprende un elemento de resorte. Al menos un acoplamiento cinemático restringido está dispuesto entre el amortiguador mecánico y la superficie de control aerodinámico. Bajo el efecto de un viento que actúa sobre el puente, la superficie de control aerodinámico vibra de manera que se amortiguan las vibraciones no deseadas del puente.

20 El dispositivo conocido tiene la ventaja de ser un sistema pasivo y, por lo tanto, es altamente fiable. No obstante, tiene partes móviles que hacen que la implementación en una estructura de ingeniería civil sea una tarea inusual y posiblemente costosa. También se podría argumentar que, incluso si es más fiable que un amortiguador activo, es de alguna manera menos fiable debido a las partes móviles que podrían fallar.

25 Además, a partir del documento EP 0 233 528 A2 se conoce una estructura con alerones fijos posicionados con un desplazamiento vertical con respecto al tablero del puente. Los alerones están montados en los tirantes de un puente colgante y, por lo tanto, están colocados justo encima de los bordes del tablero del puente. Si bien este dispositivo conocido tiene la ventaja de no tener partes móviles y, de este modo, es particularmente resistente y fiable, en la práctica, no amortigua satisfactoriamente las vibraciones del puente.

30 A partir del documento JPH 08 158 314, se conoce un puente de vigas que comprende aletas de perfil móviles en lados opuestos que están conectadas al puente de vigas mediante miembros de soporte.

35 El documento WO 93/16232 A1 divulga un sistema para contrarrestar las oscilaciones inducidas por el viento en un puente de vigas, en donde las caras de control están dispuestas a lo largo de un eje longitudinal en lados opuestos del puente de vigas.

40 El documento WO 94/103 87 A1 divulga una barrera cortavientos para una estructura de puente colgante en donde los montantes comprenden largueros fijos en forma de superficies de alerón que están dispuestos en una pared de rejilla de soporte que a su vez está conectada a una carretera a través de brazos salientes.

45 Partiendo de la técnica anterior descrita anteriormente, el objeto de la invención es proporcionar un puente que comprende un tablero de puente y un dispositivo para amortiguar las vibraciones de un puente en donde el dispositivo es de construcción resistente y fiable y al mismo tiempo altamente eficaz con respecto a la amortiguación de vibraciones de un puente.

50 La invención resuelve este objeto con un puente de acuerdo con la reivindicación 1. Las realizaciones ventajosas pueden encontrarse en las reivindicaciones dependientes, en la memoria descriptiva y en los dibujos.

55 La invención resuelve el objeto en cuanto a que el al menos un alerón de amortiguación está dispuesto en al menos una estructura de soporte, en donde dicha al menos una estructura de soporte está unida lateralmente al tablero del puente de modo que el al menos un alerón de amortiguación esté dispuesto con un desplazamiento lateral desde el

borde exterior del tablero del puente frente al al menos un alerón de amortiguación, en donde la distancia entre el centro del al menos un alerón de amortiguación y el centro del tablero del puente es al menos 1,2 veces mayor que la mitad del ancho del tablero del puente, preferentemente al menos 1,5 veces más grande que la mitad del ancho del tablero del puente, y en cuanto a que el al menos un alerón de amortiguación es permanentemente estacionario o estacionario bajo el efecto de un viento que actúa sobre el puente en una dirección dada.

El puente que se proporciona con el dispositivo de la invención puede ser un puente colgante, en particular, un puente colgante con una longitud de luz grande de, por ejemplo, más de 1000 metros o más de 2000 metros. El dispositivo de la invención sirve para amortiguar las vibraciones del puente inducidas por el viento, en particular, el flameo del puente. El dispositivo de la invención amortigua o suprime tales vibraciones y, de este modo, estabiliza la estructura del puente.

De acuerdo con la invención, al menos un alerón de amortiguación está dispuesto en al menos una estructura de soporte, estructura de soporte que está unida lateralmente al tablero del puente. Tanto el alerón de amortiguación como la estructura de soporte son componentes ligeros. Dependiendo de la estructura de soporte, al menos un alerón de amortiguación puede tener la forma, grosor, resistencia y rigidez de un perfil aerodinámico o puede ser una placa delgada. Su perfil puede ser simétrico respecto a un plano horizontal y, en particular, puede tener una forma tal que la elevación aerodinámica, bajo viento inclinado, sea grande y la resistencia aerodinámica sea pequeña. La dirección longitudinal del al menos un alerón está dispuesta en paralelo a la dirección longitudinal del tablero del puente. Transversal a esta dirección longitudinal del al menos un alerón de amortiguación se encuentra el perfil de alerón aerodinámicamente activo. La estructura de soporte mecánico proporciona una relación espacial fija entre el tablero del puente y el al menos un alerón de amortiguación y está realizada de modo que el al menos un alerón de amortiguación esté fijo al menos en una dirección de viento dada, es decir, no se mueve. En particular, el alerón en sí no se mueve en relación con el tablero del puente y el alerón no tiene partes móviles al menos mientras la dirección del viento no cambie. Aparte de la estructura de soporte, no es necesaria la conexión entre al menos un alerón de amortiguación y el tablero del puente. En particular, no se proporciona acoplamiento cinemático entre el al menos un alerón de amortiguación y un amortiguador mecánico o similar. Esto hace que en términos de construcción el dispositivo de la invención sea simple, resistente y fiable.

Al mismo tiempo, la estructura de soporte está dispuesta de modo que al menos un alerón tenga una distancia lateral al borde exterior del tablero del puente que está más cerca del alerón. La distancia entre el centro del al menos un alerón de amortiguación y el centro del tablero del puente es al menos 1,2 veces mayor que la mitad del ancho del tablero del puente, preferentemente al menos 1,5 veces mayor que la mitad del ancho del tablero del puente. El centro del alerón es el centro de la profundidad del perfil del alerón, es decir, el centro de la extensión del alerón perpendicular a su dirección longitudinal. Si el alerón se puede mover de manera que pueda adoptar diferentes posiciones en diferentes direcciones del viento (véase más adelante), entonces la distancia mencionada a este respecto se mide con un viento que actúa sobre el tablero del puente cuya dirección es perpendicular a la dirección longitudinal del tablero del puente y cuando el alerón de amortiguación respectivo está en el lado de sotavento del tablero del puente.

El inventor de esta invención ha descubierto que proporcionar el al menos un alerón fijo de esta manera con una gran excentricidad lateral desde el tablero del puente aumenta en gran medida la eficacia de las propiedades de amortiguación de vibraciones. El efecto del alerón fijo de la invención como estabilizador de flameo sobre la velocidad del viento crítica  $U_{cr}$  ha sido investigado por el inventor con un programa de análisis de flameo de elementos finitos. El programa es capaz de modelar y analizar sistemas de puentes espaciales de múltiples grados de libertad, incluyendo el tablero del puente y al menos un alerón de amortiguación. Se han realizado cálculos paramétricos para un puente colgante de luz larga. La velocidad del viento de flameo crítica  $U_{cr}$  del puente sin alerones de amortiguamiento se calculó como 46,3 m/s. Para una geometría particular y factible del alerón de amortiguación de la invención, se ha demostrado con el programa de análisis que la velocidad del viento de flameo crítica  $U_{cr}$  puede elevarse con un dispositivo de acuerdo con la invención en un 64 %. El inventor también descubrió que la eficacia de supresión de flameo del estabilizador de flameo de alerón fijo aumenta de forma no lineal con, y principalmente como resultado de, la excentricidad lateral del al menos un alerón de amortiguación.

Debido a que el alerón de amortiguación de la invención no se mueve en relación con el tablero del puente (siempre que la dirección del viento no cambie), el estabilizador de flameo de alerón fijo de la invención es un dispositivo estático y no dinámico. Por lo tanto, es eficaz también para elevar la velocidad del viento crítica  $U_{cr}$  para divergencia de torsión, un fenómeno de estabilidad aeroelástica estática.

Para una óptima rentabilidad, es preferible colocar uno o más alerones de amortiguación que no se extiendan a lo largo del puente, sino solo en regiones donde se producen grandes amplitudes de vibración. En caso de que el flameo se rija por los primeros modos simétricos de vibración, estas regiones se encuentran alrededor del centro de la luz principal. En caso de que el flameo se rija por los primeros modos de vibración antisimétricos, estas regiones se encuentran alrededor de los cuartos de punto de la luz principal.

De acuerdo con una realización preferida, el ancho del al menos un alerón de amortiguación en una dirección transversal a su dirección longitudinal es al menos 0,02 veces el ancho del tablero del puente, preferentemente al menos 0,05 veces el ancho del tablero del puente, más preferentemente al menos 0,1 veces el ancho del tablero del

puente. El ancho del alerón de amortiguación también se llama profundidad de perfil del alerón, es decir, la extensión del alerón perpendicular a su dirección longitudinal. Tal y como se ha explicado anteriormente, la excentricidad lateral del al menos un alerón es grande. En particular, la distancia entre el centro del al menos un alerón de amortiguación y el centro del tablero del puente es al menos 1,5 veces mayor que la mitad del ancho del tablero del puente. Como la

5 eficacia del alerón de amortiguación aumenta con la excentricidad lateral, puede ser ventajoso aumentar el valor explicado considerablemente por encima de 1,5. El máximo a este respecto se regirá principalmente por los límites de construcción. Simplemente como un ejemplo, el valor explicado anteriormente puede ser de hasta 3,0. El inventor de esta invención ha descubierto que otro parámetro importante con respecto a la eficacia de amortiguación de los

10 alerones de amortiguación de la invención es el ancho de los alerones. Tal y como se ha explicado, puede ser al menos 0,02 veces el ancho del tablero del puente, preferentemente al menos 0,05 veces el ancho del tablero del puente, más preferentemente al menos 0,1 veces el ancho del tablero del puente. De nuevo, un límite superior se regirá por las condiciones de construcción. Por ejemplo, puede ser 0,25 veces el ancho del tablero del puente.

De acuerdo con una realización adicional, el al menos un alerón de amortiguación puede estar dispuesto en la al menos una estructura de soporte de modo que el al menos un alerón de amortiguación esté posicionado con desplazamiento lateral desde el borde exterior del tablero del puente frente al al menos un alerón de amortiguación y encima o debajo del tablero del puente. Colocar el al menos un alerón con desplazamiento lateral pero encima o

15 debajo del tablero del puente con desplazamiento vertical suficiente evita la interferencia aerodinámica entre el al menos un alerón y el tablero del puente (incluido el tráfico), lo que puede mejorar la eficacia del al menos un alerón. Como alternativa, también sería posible alinear el al menos un alerón horizontalmente con el tablero del puente.

De acuerdo con una realización adicional, se puede disponer una pluralidad de alerones de amortiguación en la al menos una estructura de soporte, esencialmente en la misma posición a lo largo de la dirección longitudinal del tablero del puente y cada uno con un desplazamiento lateral desde el borde exterior del tablero del puente hacia los alerones

25 de amortiguación, en donde la pluralidad de alerones de amortiguación se colocan uno encima del otro. De acuerdo con una realización adicional a este respecto, la pluralidad de alerones de amortiguación se puede colocar exactamente uno encima del otro o cada uno puede tener un desplazamiento lateral entre sí. De acuerdo con una realización adicional, la suma de los anchos de la pluralidad de alerones de amortiguación colocados uno encima del otro puede ser al menos 0,02 veces el ancho del tablero del puente, preferentemente al menos 0,05 veces el ancho del tablero del puente, más preferentemente al menos 0,1 veces el ancho del tablero del puente.

30

De acuerdo con las realizaciones explicadas anteriormente, un alerón de amortiguación único se reemplaza por un cierto número de alerones de amortiguación colocados exactamente o aproximadamente uno encima del otro. La eficacia de supresión de flameo de un grupo de alerones de este tipo es aproximadamente la misma que para un solo

35 alerón, siempre que la suma de los anchos de la pluralidad de alerones sea igual al ancho del alerón individual original y la distancia vertical entre los alerones individuales no sea demasiado pequeña. Esta realización con una pluralidad de alerones colocados uno encima del otro ofrece menos área de ataque al componente de velocidad vertical del viento turbulento al aprovechar el efecto de protección contra el viento proporcionado por los alerones superiores o inferiores. Otras ventajas pueden ser un montaje más fácil y un menor coste, ya que los alerones individuales pueden ser más pequeños.

40

De acuerdo con otra realización, es posible que al menos un alerón de amortiguación esté dispuesto a cada lado del tablero del puente, en donde la dirección longitudinal de cada alerón de amortiguación está dispuesto en paralelo a la dirección longitudinal del tablero del puente, y en donde cada alerón de amortiguación está dispuesto en al menos una

45 estructura de soporte, en donde dicha al menos una estructura de soporte está unida lateralmente al tablero del puente de modo que cada alerón de amortiguación esté dispuesto con un desplazamiento lateral desde el borde exterior del tablero del puente frente al alerón de amortiguación respectivo, en donde la distancia entre el centro de cada alerón de amortiguación y el centro del tablero del puente es al menos 1,5 veces mayor que la mitad del ancho del tablero del puente, y en donde, bajo el efecto de un viento que actúa sobre el puente en una dirección dada, cada alerón de

50 amortiguación es estacionario, y en donde al menos uno de los alerones de amortiguación amortigua las vibraciones del puente. Los alerones de amortiguación dispuestos a ambos lados del tablero del puente pueden ser idénticos con respecto a su forma y disposición en el tablero del puente. No obstante, también es posible que los alerones de amortiguación dispuestos a ambos lados del tablero del puente difieran entre sí con respecto a su forma y/o su disposición en el tablero del puente.

55

Por ejemplo, los alerones de amortiguación pueden estar colocados igualmente, es decir, simétricamente, a ambos lados del tablero del puente. En determinados casos, analizados más adelante, puede ser ventajoso proporcionar los alerones de amortiguación en un solo lado del tablero del puente. Otra posibilidad es proporcionar alerones de amortiguación a ambos lados del tablero del puente, pero diseñarlos de manera diferente, es decir, en particular, con

60 diferentes anchos y excentricidades laterales. Colocar alerones de amortiguación en un solo lado del tablero del puente, o colocar alerones de amortiguación en ambos lados del tablero del puente, pero diseñándolos de manera diferente, puede ser ventajoso cuando la velocidad máxima esperada del viento difiere fuertemente en ambas direcciones transversales con respecto a la dirección longitudinal del tablero del puente. Si los alerones se proporcionan solo en un lado del tablero del puente, estos se colocan en el lado de sotavento del viento más fuerte. Si se proporcionan alerones de amortiguación a ambos lados del tablero del puente, pero se realizan de manera

65 diferente, los alerones con mayor ancho y excentricidades laterales se colocarán en el lado de sotavento del viento

más fuerte.

De este modo, la invención se basa en la idea adicional de que, en particular, el alerón de amortiguación dispuesto en el lado de sotavento del puente amortigua eficazmente las vibraciones. Más específicamente, si las velocidades  
 5 máximas esperadas del viento son aproximadamente las mismas para ambas direcciones transversales con respecto a la dirección longitudinal del tablero del puente, los alerones de amortiguación deben colocarse a ambos lados del tablero del puente, preferentemente de manera idéntica. No obstante, en particular, los alerones de amortiguación provistos en el lado de barlovento del tablero del puente disminuyen la eficacia general de supresión de flameo del dispositivo. No obstante, incluso en tal caso y en base a los parámetros de cálculo anteriores, la velocidad del viento  
 10 crítica  $U_{cr}$  se seguiría aumentando en un 28 % sobre el valor sin amortiguar los alerones. De acuerdo con una estimación de costes basada en un diseño preliminar, el coste de las estructuras de soporte y los alerones de amortiguación para dicha configuración equivaldría a entre el 3 % y el 4 % de los costes del puente. Los costes para lograr un aumento en la velocidad del viento crítica  $U_{cr}$  en un 28 % por medios convencionales, por ejemplo, mediante el aumento de la rigidez de la estructura del puente, se pueden estimar en el mismo orden que el aumento de la  
 15 velocidad del viento crítica, es decir, 28 %. De este modo, la invención también es muy rentable.

De acuerdo con una realización adicional, es posible que los alerones de amortiguación dispuestos a lo largo de ambos lados del tablero del puente estén soportados de forma móvil en la estructura de soporte respectiva y/o estén provistos de uno o más elementos móviles, en donde con un cambio en la dirección del viento que actúa sobre el puente, los  
 20 alerones de amortiguación se mueven y/o los uno o más elementos móviles se mueven, por lo que la aerodinámica de los alerones de amortiguación se cambia de tal manera que el al menos un alerón de amortiguación de sotavento amortigua las vibraciones del puente y el al menos un alerón de amortiguación de barlovento es esencialmente ineficaz desde el punto de vista aerodinámico, de modo que no tiene esencialmente ningún efecto negativo sobre la eficacia de amortiguación del dispositivo. El movimiento de los alerones de amortiguación y/o los uno o más elementos móviles  
 25 puede efectuarse únicamente por el viento ante un cambio en la dirección del viento. Como alternativa, es posible que los alerones de amortiguación estén provistos de un accionamiento para efectuar el movimiento de los alerones de amortiguación y/o los uno o más elementos móviles tras un cambio en la dirección del viento.

Tal y como se ha explicado previamente, los alerones de amortiguación de barlovento reducen la eficacia de  
 30 amortiguación general del dispositivo. Esta posible desventaja puede abordarse mediante las realizaciones adicionales explicadas anteriormente de la invención. En particular, los alerones de amortiguación pueden estar soportados de forma móvil sobre la estructura de soporte y/o estar provistos de elementos móviles. Debido a esta movilidad, los alerones de amortiguación o los elementos móviles pueden asumir una de dos posiciones. La transición de una posición a otra tiene lugar cuando la dirección del viento cambia de una dirección transversal a la otra dirección  
 35 transversal, con respecto a la dirección longitudinal del tablero del puente. La transición puede lograrse mediante un accionamiento, por ejemplo, un accionamiento mecánico, que requiere una fuente de alimentación y un sistema de control. No obstante, también es posible que esta transición sea accionada por la acción del viento sola ante un cambio en la dirección del viento, por lo tanto, sin requerir una fuente de alimentación y un sistema de control. En cada caso, se adoptan posiciones que hacen que los alerones de sotavento sean aerodinámicamente efectivos para amortiguar  
 40 las vibraciones del puente y los alerones de sotavento sean aerodinámicamente ineficaces con respecto a los efectos negativos sobre la supresión del flameo. Si se proporciona una multitud de alerones de amortiguación independientes o elementos móviles, el sistema tiene una alta redundancia y, de este modo, una alta fiabilidad. Aunque las realizaciones explicadas anteriormente del dispositivo de la invención tienen partes móviles, los movimientos respectivos no se producen, y los alerones de amortiguación son fijos, siempre y cuando la dirección del viento no  
 45 cambie.

Existen varias posibilidades para implementar la idea de partes móviles en el dispositivo de la invención. Se dan ejemplos a continuación:

50 Los alerones de amortiguación pueden estar soportados en la estructura de soporte de forma giratoria alrededor de un eje de rotación (horizontal) transversal a la dirección longitudinal del tablero del puente.

Se pueden proporcionar muchos alerones de amortiguación comparativamente cortos que se apoyan en cojinetes giratorios montados en la estructura de soporte de modo que cada alerón de amortiguación pueda girar alrededor de  
 55 un eje horizontal transversal al eje longitudinal del puente. Dependiendo de la dirección transversal del viento que actúa sobre el tablero del puente y los alerones de amortiguación, cada alerón adopta una de dos posiciones, en concreto, horizontalmente alineado o verticalmente alineado. Un alerón de amortiguación de sotavento se alinea horizontalmente y es aerodinámicamente efectivo para amortiguar las vibraciones. Un alerón de amortiguación de barlovento se alinea verticalmente y es aerodinámicamente esencialmente ineficaz. De nuevo, la transición puede realizarse mediante un accionamiento (mecánico) o únicamente por acción del viento. Si se logra por la acción del  
 60 viento, el borde exterior de cada alerón de amortiguación (de los dos bordes que se extienden en paralelo al eje longitudinal del tablero del puente) puede tener forma de una línea en S para que las fuerzas del viento creen un momento aerodinámico sobre el eje de apoyo para que el al menos un alerón de amortiguación de sotavento esté orientado horizontalmente y el al menos un alerón de amortiguación de barlovento esté orientado verticalmente. El  
 65 borde exterior de cada alerón de amortiguación está orientado alejado del tablero del puente, independientemente de la dirección del viento. No obstante, cada alerón de amortiguación puede girar alrededor de un eje horizontal

transversal al eje longitudinal del tablero del puente, en donde la posición de rotación depende de la dirección del viento. El intervalo de esta rotación está limitado por paradas adecuadas a un valor de 90°.

5 De acuerdo con una realización adicional, los elementos móviles pueden ser aletas dispuestas en los alerones de amortiguación pivotantes entre una primera y una segunda posición, en donde en la primera posición las aletas forman parte de la superficie cerrada del alerón de amortiguación respectivo, de modo que el alerón de amortiguación respectivo amortigua las vibraciones del puente, y en la segunda posición las aletas abren la superficie del alerón de amortiguación respectivo de manera que el alerón de amortiguación respectivo es esencialmente ineficaz aerodinámicamente.

10 También es posible que los elementos móviles sean listones dispuestos en los alerones de amortiguación deslizables entre una primera y una segunda posición, en donde en la primera posición los listones forman parte de la superficie cerrada del alerón de amortiguación respectivo, de modo que el alerón de amortiguación respectivo amortigüe las vibraciones del puente, y en la segunda posición los listones abran la superficie del alerón de amortiguación respectivo de modo que el alerón de amortiguación respectivo sea esencialmente ineficaz aerodinámicamente.

15 De acuerdo con la primera realización explicada anteriormente, los elementos móviles pueden implementarse, por ejemplo, como aletas de cubierta pivotantes montadas a lo largo de la superficie del alerón de amortiguación. El intervalo de rotación de estas aletas de cubierta pivotantes está limitado a un valor de aproximadamente 180°. Dependiendo de la dirección del viento, las aletas giran desde una primera posición, en la que forman parte de la superficie cerrada del alerón de amortiguación, hasta una segunda posición, en la que se descubren las aberturas del alerón de amortiguación previamente situadas debajo de las aletas, haciendo que el alerón de amortiguación sea aerodinámicamente ineficaz.

25 De acuerdo con la segunda realización explicada anteriormente, en lugar de aletas de cubierta giratorias, se pueden proporcionar listones guiados lateralmente que se pueden desplazar entre una primera posición que forma parte de la superficie cerrada del alerón de amortiguación y una segunda posición, descubriendo aberturas en la superficie del alerón de amortiguación y, de este modo, haciendo que el alerón de amortiguación sea aerodinámicamente ineficaz.

30 De nuevo, las aletas o listones pueden accionarse mecánicamente o solo por la acción del viento. Si se accionan por la acción del viento, las aletas o listones tienen un lastre y una forma aerodinámica para que se produzca la transición deseada. Asimismo, el eje de rotación de las aletas pivotantes es paralelo al eje longitudinal del tablero del puente y la dirección de desplazamiento o deslizamiento de los listones es aproximadamente transversal al eje longitudinal del tablero del puente. Si las aletas o listones se accionan mecánicamente, no existe limitación con respecto al eje de rotación o la dirección de deslizamiento.

35 También es posible que los alerones de amortiguación estén soportados en la estructura de soporte de forma giratoria alrededor de un eje de rotación (horizontal) paralelo a la dirección longitudinal del tablero del puente, en donde los alerones de amortiguación giran alrededor de este eje de rotación aproximadamente 180° con un cambio en la dirección del viento. El movimiento de los elementos móviles de los alerones de amortiguación puede efectuarse mediante la rotación de los alerones de amortiguación ante un cambio en la dirección del viento que actúa sobre el puente.

45 De acuerdo con esta realización móvil, en concreto, los alerones de amortiguación giratorios se combinan con elementos móviles. Los alerones de amortiguación están lastrados, soportados y conformados aerodinámicamente de modo que, accionados por las fuerzas del viento, siempre tomen la misma orientación con respecto al viento. Este comportamiento deseado se facilita soportando el alerón de amortiguación en aproximadamente 1/4 de punto de barlovento donde también debería estar el centro de gravedad del alerón. El alerón de barlovento adopta una primera posición y el alerón de sotavento adopta una segunda posición. Cuando la dirección del viento cambia de una dirección transversal a la dirección longitudinal del tablero del puente a otra dirección transversal a la dirección longitudinal del tablero del puente, ambos alerones, accionados por la fuerza del viento, cambian automáticamente las posiciones. También en esta realización, las superficies de los alerones de amortiguación pueden tener aberturas cubiertas o descubiertas por listones móviles o aletas pivotantes. La rotación del alerón de amortiguación, cuando pasa de una posición a la otra, se puede vincular, por medio de un enlace mecánico o engranaje, a los elementos móviles de modo que también se desplacen de una posición a otra. La transición de la posición del primer alerón a la segunda posición del alerón puede conducir a una cubierta de las aberturas en la superficie del alerón de amortiguación por los listones o aletas, mientras que la transición de la segunda posición a la primera posición puede conducir al descubrimiento de las aberturas en la superficie por los listones o las aletas. De esta manera, el alerón de sotavento se vuelve aerodinámicamente efectivo y el alerón de barlovento se vuelve aerodinámicamente ineficaz.

60 Se puede disponer una pluralidad de alerones de amortiguación uno detrás del otro, según se ve en la dirección longitudinal del tablero del puente, a lo largo de un lado del tablero del puente o en ambos lados del tablero del puente. En ese caso, cada alerón de amortiguación puede realizarse de acuerdo con cualquiera de las realizaciones explicadas anteriormente. En particular, todos los alerones provistos en un lado del tablero del puente o en ambos lados del tablero del puente pueden ser idénticos con respecto a su forma y disposición en el tablero del puente.

65

Otras realizaciones ejemplares de la invención se explicarán a continuación con referencia a dibujos esquemáticos.

- Figura 1 muestra una primera realización de un puente equipado con un dispositivo de la invención en una vista en sección transversal,
- 5 Figura 2 muestra la realización de la figura 1 en una vista superior,
- Figura 3 muestra una vista superior similar a la figura 2 de acuerdo con otra realización,
- 10 Figura 4 muestra una vista superior similar a la figura 2 de acuerdo con otra realización,
- Figura 5 muestra una vista en sección transversal de la realización de la figura 4,
- Figura 6 muestra otra realización de un puente equipado con un dispositivo de la invención en una vista parcial en sección transversal,
- 15 Figura 7 muestra un alerón de amortiguación de un dispositivo de la invención en una vista en perspectiva de acuerdo con otra realización,
- 20 Figura 8 muestra parte de un dispositivo de la invención en una vista en sección transversal de acuerdo con otra realización,
- Figura 9 muestra un detalle ampliado del dispositivo de la figura 8,
- 25 Figura 10 muestra un alerón de amortiguación de un dispositivo de la invención de acuerdo con una realización adicional en un primer estado en una vista en sección transversal,
- Figura 11 muestra el alerón de amortiguación de la figura 10 en un segundo estado en una vista en sección transversal,
- 30 Figura 12 muestra un puente equipado con un dispositivo de la invención con alerones de amortiguación tal y como se muestra en las figuras 13 y 14,
- Figura 13 muestra un alerón de amortiguación de un dispositivo de la invención de acuerdo con una realización adicional en un primer estado en una vista en sección transversal, tal y como se muestra en la figura 12 y
- 35 Figura 14 muestra el alerón de amortiguación en un segundo estado en una vista en sección transversal, tal y como se muestra en la figura 12.

40 A no ser que se especifique de otra forma, los números de referencia iguales en los dibujos denotan partes iguales. En la figura 1, el número de referencia 10 denota un tablero de puente de un puente colgante con una longitud de luz grande. La dirección longitudinal del tablero del puente 10 es perpendicular al plano de proyección en la figura 1. En la figura 2, que muestra una vista superior del puente que se muestra en la figura 1, se pueden ver dos pilones de puente en los números de referencia 12, 14. En la figura 2, la dirección longitudinal del tablero del puente 10 se extiende de izquierda a derecha.

En la realización mostrada en las figuras 1 y 2, se proporciona un alerón de amortiguación 16 a cada lado del tablero del puente 10. Tal y como se puede ver en particular en la figura 2, los alerones de amortiguación 16 están dispuestos con sus ejes longitudinales paralelos a la dirección longitudinal del tablero del puente 10. Los alerones de amortiguación 16 tienen la forma de perfiles aerodinámicos en este ejemplo y son idénticos en esta realización. Cada alerón de amortiguación 16 se mantiene en el tablero del puente 10 a través de una estructura de soporte 22. Cada una de las estructuras de soporte 22 está unida lateralmente al tablero del puente de modo que cada alerón de amortiguación 16 esté dispuesto con un desplazamiento lateral desde el borde exterior del tablero del puente 10 hacia el alerón de amortiguación respectivo 16. En la realización que se muestra en las figuras 1 y 2, la distancia  $a_c$  entre el centro de cada uno de los alerones de amortiguación 16 y el centro del tablero del puente 10 es aproximadamente 2 veces mayor que la mitad del ancho del tablero del puente 10,  $b$ .

50

55

También, en este ejemplo, el ancho de los alerones de amortiguación 16 en una dirección transversal a su respectiva dirección longitudinal, lo que se denota en la figura 1 mediante  $2*b_c$ , es al menos 0,1 veces el ancho del tablero del puente 10, lo que se denota mediante  $2*b$  en la figura 1. Asimismo, a través de las estructuras de soporte 22, cada uno de los alerones de amortiguación 16 se coloca por encima del tablero del puente 10, es decir, también tiene un desplazamiento vertical desde el tablero del puente 10. El perfil de los alerones de amortiguación 16, el cual puede verse en la figura 1, es simétrico con respecto a un plano horizontal en este ejemplo. Los alerones de amortiguación 16 son estacionarios, es decir, no se mueven bajo el efecto de un viento que actúa sobre el puente en una dirección dada, tal y como se muestra en las figuras 1 y 2 con las flechas 24.

60

65

La figura 3 muestra una realización alternativa que es similar a la realización mostrada en las figuras 1 y 2. La única diferencia en esta realización es que a cada lado del tablero del puente 10 se proporcionan dos alerones de amortiguación más cortos 16 uno detrás del otro, vistos en la dirección longitudinal del tablero del puente 10. Mientras que en la figura 2 los alerones de amortiguación 16 están dispuestos en el centro de la luz principal del puente colgante sobre una longitud  $L_c$ , en donde  $L$  es la longitud total de la luz entre los dos pilones 12, 14, en la figura 3, los alerones de amortiguación 16 están dispuestos en regiones alrededor de los cuartos de punto de la luz principal del tablero del puente 10, cada uno con una longitud de  $L_c/2$ . En ambos casos,  $L_c$  es más pequeño que  $L$ . La realización de la figura 2 es particularmente adecuada en caso de que el flameo del puente esté regido por los primeros modos simétricos de vibraciones. La realización de la figura 3 es particularmente adecuada en caso de que el flameo del puente se rija por los primeros modos de vibración antisimétricos.

En la realización mostrada en las figuras 1 a 3, se proporcionan alerones de amortiguación 16 en ambos lados del tablero del puente 10, pudiendo afrontar de este modo cambios de dirección transversal del viento. Si el viento solo proviene esencialmente de una dirección transversal, puede ser preferible proporcionar un alerón de amortiguación 16 solo en un lado del tablero del puente 10, tal y como se muestra en las figuras 4 y 5. En este caso, el alerón de amortiguación 16 se proporciona en el lado de sotavento y, de lo contrario, puede disponerse y formarse de manera idéntica a los alerones de amortiguación 16 mostrados en las figuras 1 a 3.

La figura 6 muestra una realización adicional en la que, en lugar de un alerón de amortiguación, una pluralidad de alerones de amortiguación 16' están dispuestos en la estructura de soporte 22 uno encima del otro y posiblemente con un ligero desplazamiento lateral entre sí. La suma de los anchos de los tres alerones de amortiguación 16' mostrados en la figura 6 puede ser la misma que el ancho de uno de los alerones de amortiguación 16 mostrados en las figuras 1 a 5. La pluralidad de alerones de amortiguación 16' en la figura 6 puede tener la misma eficacia con respecto a la amortiguación de vibraciones, mientras que es menos susceptible a los componentes de velocidad vertical del viento turbulento aprovechando el efecto de protección contra el viento proporcionado por los alerones de amortiguación más altos o más bajos 16'.

La figura 7 muestra una realización adicional de un alerón de amortiguación 16" en una vista en perspectiva. Tal y como se puede ver, el alerón de amortiguación 16" en la figura 7 está soportado de forma giratoria alrededor de un eje 26, como también se observa con la flecha 28. El borde exterior 30 del alerón de amortiguación 16" tiene forma de S. En esta realización, el borde exterior en forma de S para los alerones de amortiguación provistos a ambos lados del tablero del puente siempre está alejado del tablero del puente, independientemente de la dirección del viento, es decir, independientemente de si el alerón de amortiguación es de sotavento o de barlovento. Bajo el efecto de un viento que actúa a lo largo de la flecha 24 mostrada en la figura 7, el alerón de amortiguación 16" en la figura 7 gira alrededor del eje de rotación 26 tal y como muestra la flecha 28 en 90°. Las paradas correspondientes pueden limitar la rotación al valor de 90°. El viento que actúa sobre el borde frontal 32 del alerón de amortiguación 16" tal y como muestra la flecha 24 en la figura 7 conduce al alerón de amortiguación 16" adoptando una posición horizontal, tal y como se muestra en la figura 7, que hace que el alerón de amortiguación 16" sea aerodinámicamente efectivo de modo que amortigüe las vibraciones. Si, por otra parte, la dirección del viento fuera opuesta a la mostrada en la figura 7, el alerón de amortiguación 16" giraría en la dirección contraria a la mostrada por la flecha 28 en la figura 7 y a una posición vertical que hace que el alerón de amortiguación sea aerodinámicamente ineficaz de modo que no afecte negativamente la eficacia de amortiguación del dispositivo de la invención.

En las figuras 8 y 9 se muestra una realización adicional. El alerón de amortiguación 18 en esta realización está provisto de varias aletas 34, cada una de las cuales puede pivotar alrededor de un eje 36. En la posición mostrada en la figura 8, las aletas 34 forman parte de la superficie cerrada del alerón de amortiguación 18 de modo que el alerón de amortiguación 18 sea aerodinámicamente eficaz para amortiguar las vibraciones. Esta posición se adopta en una dirección del viento tal y como muestra la flecha 24 en la figura 8. El alerón de amortiguación 18 es entonces el alerón de amortiguación de sotavento. Si la dirección del viento es opuesta, tal y como se muestra en la figura 9 mediante la flecha 38, las aletas 34 pivotan alrededor del eje 36 tal y como se muestra en la figura 9 mediante la flecha 40 en aproximadamente 180° de modo que las aberturas en la superficie del alerón de amortiguación 18 previamente cerradas ahora están abiertas, lo que hace que el alerón de amortiguación 18 sea aerodinámicamente ineficaz. Esta posición se adopta cuando el alerón de amortiguación es el alerón de barlovento.

En las figuras 10 y 11 se muestra una realización adicional. En este alerón de amortiguación 18' se proporcionan listones 42 que se pueden deslizar entre la posición mostrada en la figura 10 donde los listones 42 forman parte de la superficie cerrada del alerón de amortiguación 18' y la posición mostrada en la figura 11 donde los listones 42 descubren aberturas en la superficie del alerón de amortiguación 18'. La posición mostrada en la figura 10 se adopta sobre una dirección del viento como se muestra en el número de referencia 24 cuando el alerón de amortiguación 18' es el alerón de sotavento y, de este modo, aerodinámicamente efectivo para amortiguar las vibraciones. La posición mostrada en la figura 11 se adopta en una dirección de viento opuesta 38 cuando el alerón de amortiguación 18' es el alerón de barlovento y, de este modo, aerodinámicamente ineficaz.

Las figuras 12 a 14 muestran una realización adicional de los alerones de amortiguación 18", 18"', en donde estos alerones de amortiguación 18", 18"' están soportados cada uno de forma giratoria alrededor del eje de rotación 44 en las estructuras de soporte 22. De nuevo, se proporciona una serie de listones deslizables 46 que, en una primera



posición, mostrada en la figura 13 para el alerón de amortiguación 18", forman parte de la superficie cerrada de los alerones de amortiguación 18", 18" y en una segunda posición, mostrada en la figura 14 para el alerón de amortiguación 18", descubren las aberturas en la superficie de los alerones de amortiguación 18", 18". En la realización mostrada en las figuras 12 a 14, los alerones de amortiguación 18", 18" pueden girar alrededor del eje de rotación 44 que es paralelo a la dirección longitudinal del tablero del puente 10. Están lastrados, soportados y conformados aerodinámicamente de modo que una fuerza del viento en la dirección de la flecha 24 conduzca a los alerones de amortiguación 18", 18", adoptando la misma orientación hacia el viento, tal y como se muestra en particular en la figura 12. Las flechas 48 representan el movimiento de rotación de los alerones de amortiguación 18", 18". En la realización mostrada en las figuras 12 a 14 hay un enlace, por ejemplo un enlace mecánico o engranaje, que hace que los listones 46 se muevan entre las posiciones mostradas en las figuras 13 y 14 al girar los alerones de amortiguación 18", 18".

Mientras que los alerones de amortiguación 18", 18" adoptan la misma posición con respecto al viento tal y como se muestra en la figura 12, sus listones 46 adoptan diferentes posiciones tal y como se ve en una comparación de las figuras 13 y 14. Más específicamente, en la situación mostrada en la figura 12, los listones 46 del alerón de amortiguación de barlovento 18" están descubriendo las aberturas en la superficie del alerón de amortiguación 18", mientras que los listones 46 del alerón de amortiguación de sotavento 18" están cerrando estas aberturas formando de este modo parte de la superficie cerrada del alerón de amortiguación 18". Como resultado, el alerón de amortiguación 18" es aerodinámicamente efectivo para amortiguar las vibraciones del puente, mientras que el alerón de amortiguación 18" es aerodinámicamente ineficaz.

Todas las realizaciones explicadas anteriormente se pueden combinar entre sí.

**REIVINDICACIONES**

1. Puente que comprende un tablero de puente (10) y un dispositivo para amortiguar las vibraciones de dicho puente, comprendiendo el dispositivo al menos un alerón de amortiguación (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18''') dispuesto a lo largo de al menos un lado del tablero del puente (10), dicho al menos un alerón de amortiguación (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18''') amortigua las vibraciones del puente, en donde la dirección longitudinal del al menos un alerón de amortiguación (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18''') está dispuesta en paralelo a la dirección longitudinal del tablero del puente (10), en donde el al menos un alerón de amortiguación (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18''') está dispuesto en al menos una estructura de soporte (22), en donde dicha al menos una estructura de soporte (22) está unida lateralmente al tablero del puente (10) de modo que el al menos un alerón de amortiguación (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18''') esté dispuesto con un desplazamiento lateral desde el borde exterior del tablero del puente (10) orientado hacia el al menos un alerón de amortiguación (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18'''), caracterizado por que la distancia entre el centro del al menos un alerón de amortiguación (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18''') y el centro del tablero del puente (10) es al menos 1,2 veces mayor que la mitad del ancho del tablero del puente (10), y por que el al menos un alerón de amortiguación (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18''') es permanentemente estacionario o estacionario bajo el efecto de un viento que actúa sobre el puente en una dirección dada.
2. Puente de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el al menos un alerón de amortiguación (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18''') está dispuesto en la al menos una estructura de soporte (22) de modo que el al menos un alerón de amortiguación (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18''') se coloque con desplazamiento lateral desde el borde exterior del tablero del puente (10) orientado hacia el al menos un alerón de amortiguación (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18''') y encima o debajo del tablero del puente (10).
3. Puente de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el al menos un alerón de amortiguación (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18''') tiene un perfil en una dirección transversal a su dirección longitudinal que es simétrica con respecto a un plano horizontal.
4. Puente de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que una pluralidad de alerones de amortiguación (16') está dispuesta en al menos una estructura de soporte (22), cada uno con un desplazamiento lateral desde el borde exterior del tablero del puente (10) orientado hacia los alerones de amortiguación (16'), en donde la pluralidad de alerones de amortiguación (16') se colocan uno encima del otro.
5. Puente de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que la pluralidad de alerones de amortiguación (16') colocados uno encima del otro tienen un desplazamiento lateral entre sí.
6. Puente de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos un alerón de amortiguación (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18''') está dispuesto a cada lado del tablero del puente (10), en donde la dirección longitudinal de cada alerón de amortiguación (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18''') está dispuesta en paralelo a la dirección longitudinal del tablero del puente (10), y en donde cada alerón de amortiguación (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18''') está dispuesto en al menos una estructura de soporte (22), en donde dicha al menos una estructura de soporte (22) está unida lateralmente al tablero del puente (10) de modo que cada alerón de amortiguación (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18''') está dispuesto con un desplazamiento lateral desde el borde exterior del tablero del puente (10) orientado hacia el alerón de amortiguación respectivo (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18'''), en donde la distancia entre el centro de cada alerón de amortiguación (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18''') y el centro del tablero del puente (10) es al menos 1,5 veces mayor que la mitad del ancho del tablero del puente (10), y en donde, bajo el efecto de un viento que actúa sobre el puente en una dirección dada, cada alerón de amortiguación (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18''') es estacionario, y en donde al menos una de los alerones de amortiguación (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18''') amortigua las vibraciones del puente.
7. Puente de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por que los alerones de amortiguación (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18''') dispuestos a ambos lados del tablero del puente (10) son idénticos con respecto a su forma y disposición en el tablero del puente (10) o por que los alerones de amortiguación (16, 16', 16", 18, 18', 18", 18''') dispuestos a ambos lados del tablero del puente (10) difieren entre sí con respecto a su forma y/o su disposición en el tablero del puente (10).
8. Puente de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 o 7, caracterizado por que los alerones de amortiguación (16", 18, 18', 18", 18''') dispuestos a ambos lados del tablero del puente (10) están soportados de forma móvil en la estructura de soporte respectiva (22) y/o están provistos de uno o más elementos móviles, en donde con un cambio en la dirección del viento que actúa sobre el puente, los alerones de amortiguación (16", 18, 18', 18", 18''') se mueven y/o uno o más elementos móviles se mueven por lo que la aerodinámica de los alerones de amortiguación (16", 18, 18', 18", 18''') cambia de modo que al menos un alerón de amortiguación de sotavento (16", 18, 18', 18", 18''') amortigüe las vibraciones del puente y el al menos un alerón de amortiguación de barlovento (16", 18, 18', 18", 18''') sea esencialmente ineficaz desde el punto de vista aerodinámico.
9. Puente de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que el movimiento de los alerones de amortiguación (16", 18, 18', 18", 18''') y/o los uno o más elementos móviles se efectúa únicamente por el viento tras un cambio en la

dirección del viento o por que los alerones de amortiguación (16", 18, 18', 18", 18'") están provistos de un accionamiento para efectuar el movimiento de los alerones de amortiguación (16", 18, 18', 18", 18'") y/o los uno o más elementos móviles.

- 5 10. Puente de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 o 9, caracterizado por que los alerones de amortiguación (16") están soportados sobre la estructura de soporte (22) de forma giratoria alrededor de un eje de rotación (26) transversalmente a la dirección longitudinal del tablero del puente (10).
- 10 11. Puente de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado por que el borde exterior (30) de los alerones de amortiguación (16") tiene forma de S de modo que los alerones de amortiguación (16") giren alrededor del eje de rotación (26) transversalmente a la dirección longitudinal del tablero del puente (10) aproximadamente 90° con un cambio en la dirección del viento.
- 15 12. Puente de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado por que los elementos móviles son pestañas (34) dispuestas en los alerones de amortiguación (18) que pueden pivotarse entre una primera y una segunda posición, en donde en la primera posición las pestañas (34) forman parte de la superficie cerrada del alerón de amortiguación respectivo (18), de modo que el alerón de amortiguación respectivo (18) amortigüe las vibraciones del puente, y en la segunda posición las pestañas (34) abren la superficie del alerón de amortiguación respectivo (18) de modo que el alerón de amortiguación respectivo (18) sea esencialmente ineficaz desde el punto de vista aerodinámico.
- 20 13. Puente de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado por que los elementos móviles son listones (42, 46) dispuestos en los alerones de amortiguación (18', 18", 18'") deslizables entre una primera y una segunda posición, en donde en la primera posición los listones (42, 46) forman parte de la superficie cerrada del alerón de amortiguación respectivo (18', 18", 18'"), de modo que el alerón de amortiguación respectivo (18', 18", 18'") amortigüe las vibraciones del puente, y en la segunda posición los listones (42, 46) abren la superficie del alerón de amortiguación respectivo (18', 18", 18'") de modo que el alerón de amortiguación respectivo (18', 18", 18'") sea esencialmente ineficaz desde el punto de vista aerodinámico.
- 25 14. Puente de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 13, caracterizado por que los alerones de amortiguación (18", 18'") están soportados en la estructura de soporte (22) de forma giratoria alrededor de un eje de rotación (44) en paralelo a la dirección longitudinal del tablero del puente (10), en donde los alerones de amortiguación (18", 18'") giran alrededor del eje de rotación (44) en paralelo a la dirección longitudinal del tablero del puente (10) en aproximadamente 180° tras un cambio en la dirección del viento.
- 30 15. Puente de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 14, caracterizado por que el movimiento de los elementos móviles de los alerones de amortiguación (18, 18', 18", 18'") se efectúa mediante el movimiento de los alerones de amortiguación (18, 18', 18", 18'") al cambiar la dirección del viento que actúa sobre el puente.
- 35

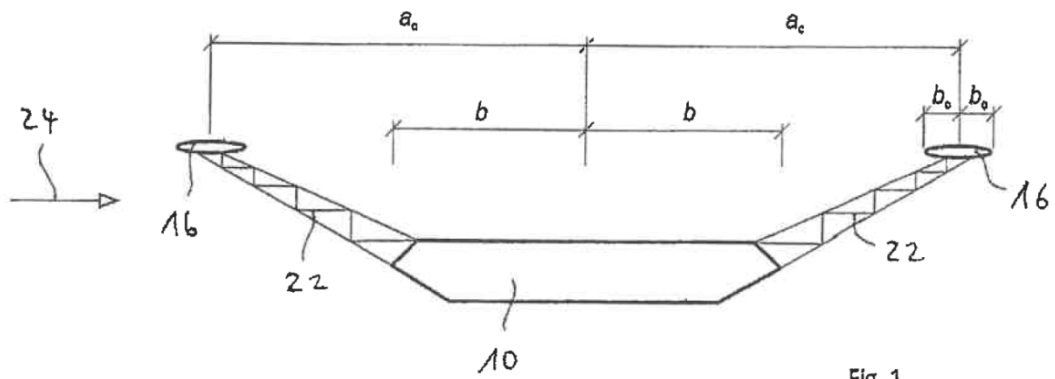


Fig. 1

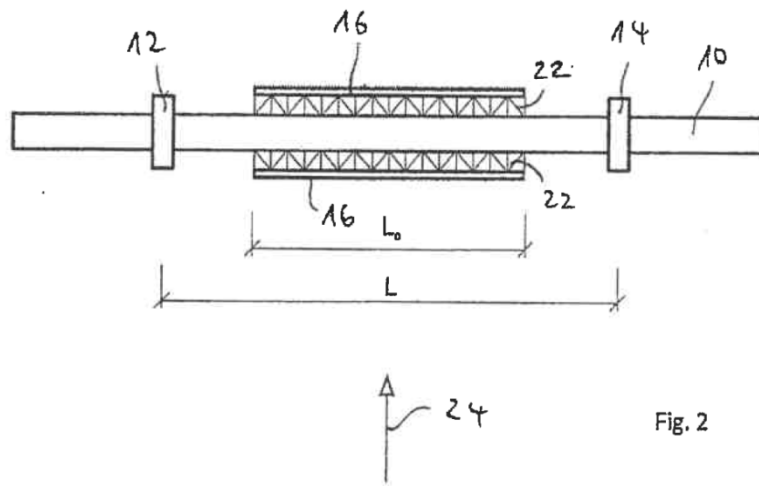


Fig. 2

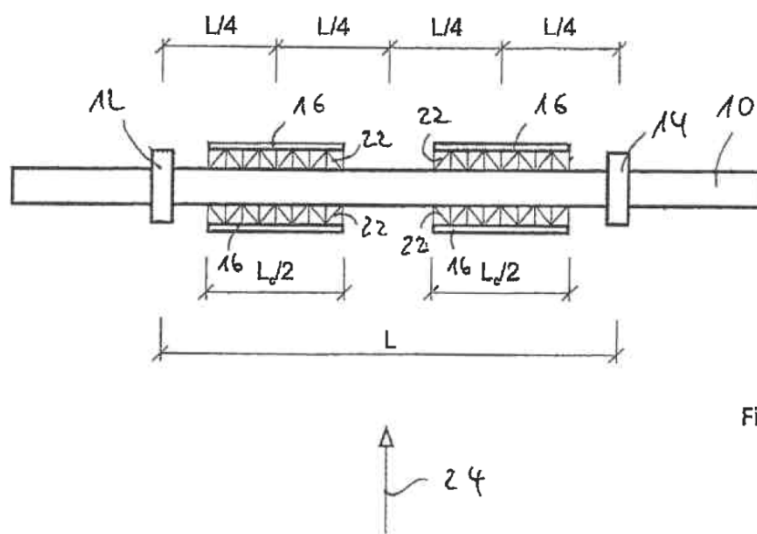


Fig. 3

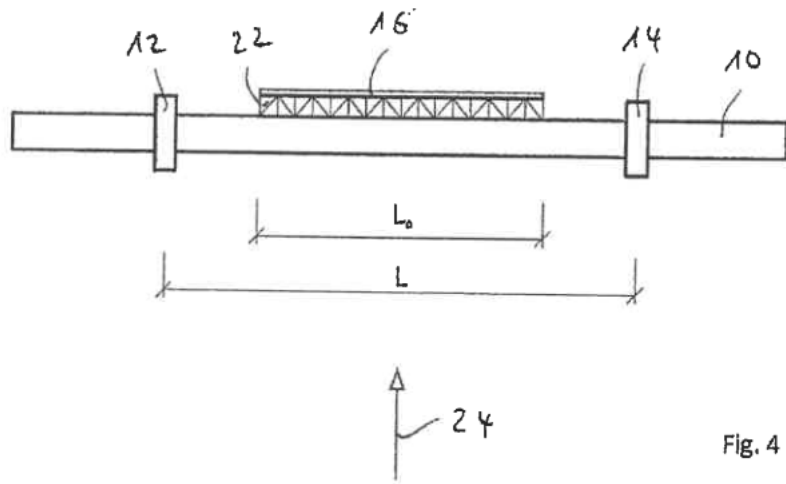


Fig. 4

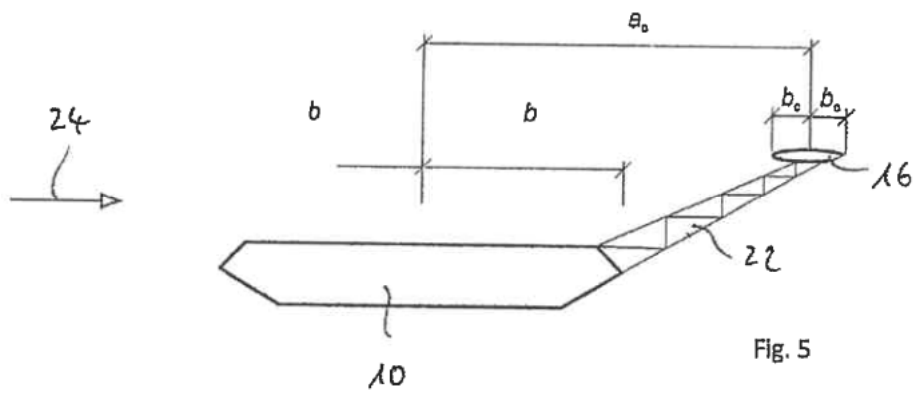


Fig. 5

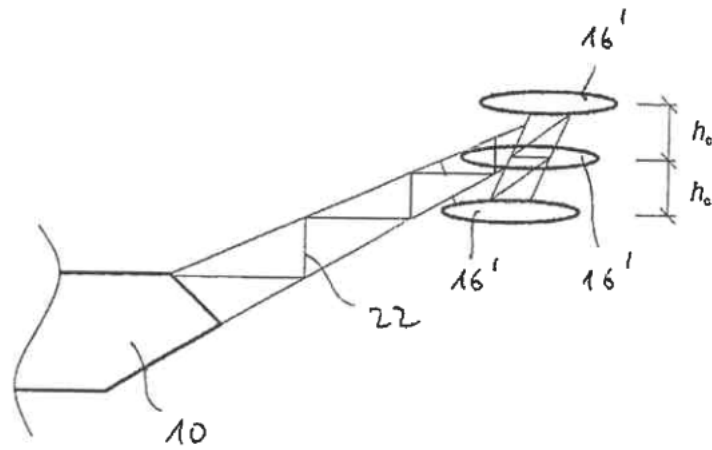


Fig. 6

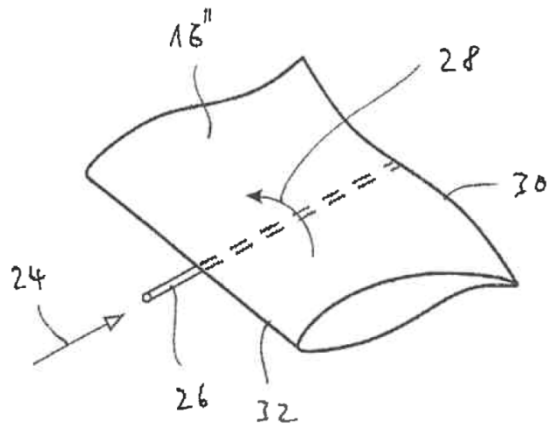


Fig. 7

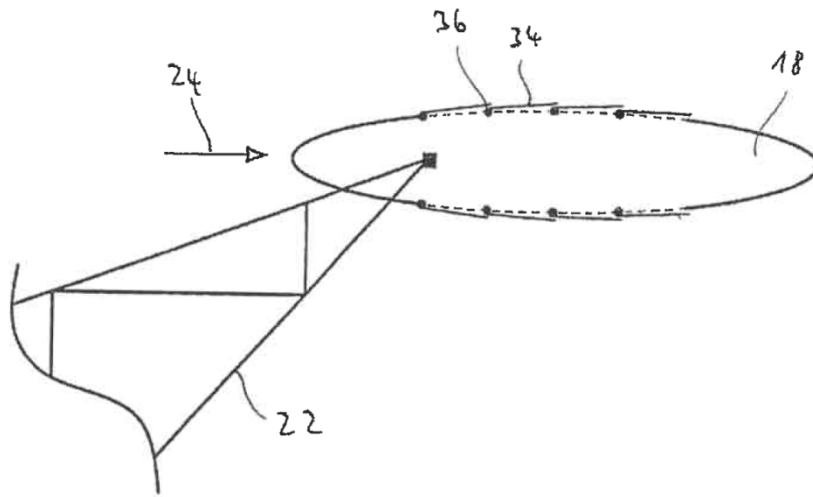


Fig. 8

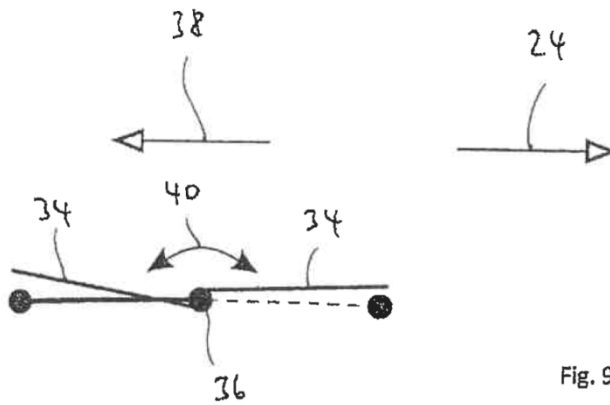


Fig. 9

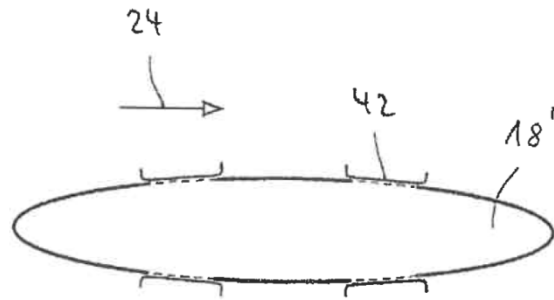


Fig. 10

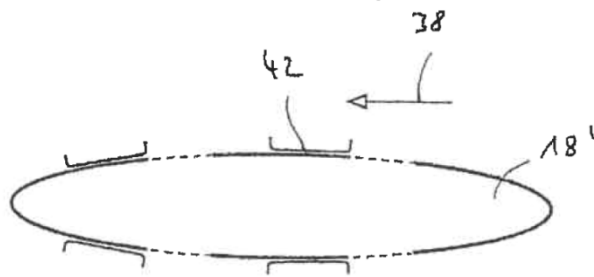


Fig. 11

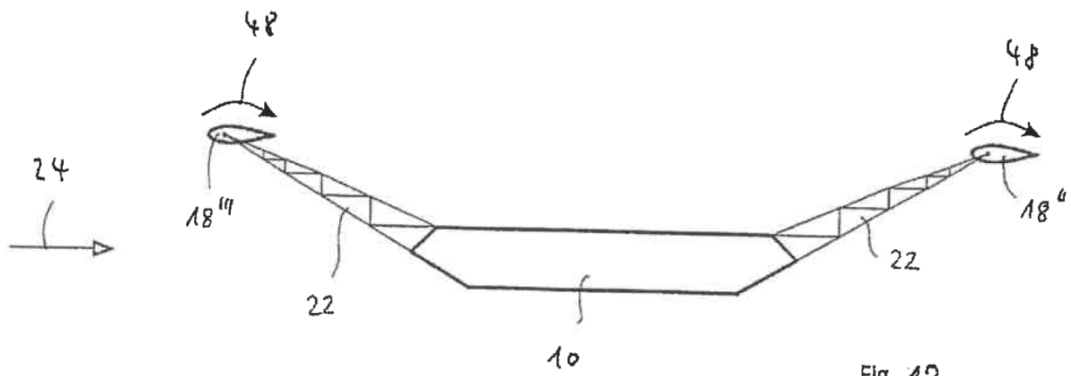


Fig. 12

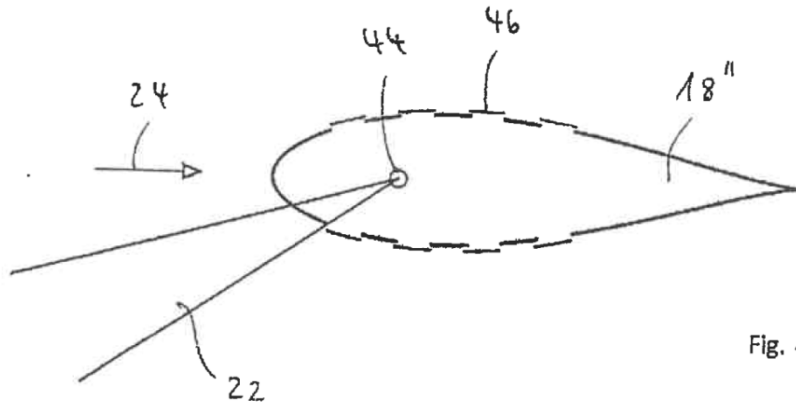


Fig. 13

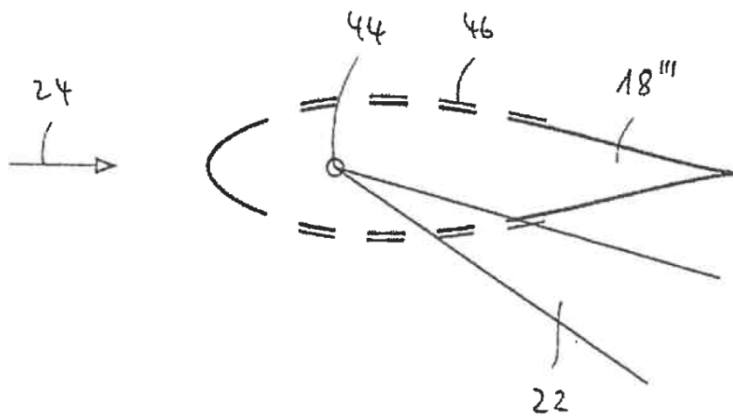


Fig. 14