

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 753 368**

51 Int. Cl.:

F03B 3/18 (2006.01)

F03B 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.05.2014** **E 14168367 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019** **EP 2811154**

54 Título: **Método de renovación de una instalación de transformación de energía e instalación de transformación de energía renovada**

30 Prioridad:

05.06.2013 FR 1355172

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

08.04.2020

73 Titular/es:

GE RENEWABLE TECHNOLOGIES (100.0%)
82 avenue Léon Blum
38100 Grenoble, FR

72 Inventor/es:

LAVIGNE, SYLVAIN DANIEL;
BERAL, CLAUDE;
ANTHEAUME, SYLVAIN y
HOUELINE, JEAN-BERNARD

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 753 368 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

Método de renovación de una instalación de transformación de energía e instalación de transformación de energía renovada

5 La invención se refiere a un método de renovación de una instalación para transformar energía hidráulica en energía eléctrica o mecánica y viceversa, y a una instalación renovada de este tipo.

10 En el campo de la transformación de energía hidráulica en energía eléctrica o mecánica y viceversa se conoce el uso de una bomba-turbina Francis. Una bomba-turbina de este tipo incluye un rodete que es móvil alrededor de un eje vertical y que está conectado rígidamente a un eje de transmisión cuyo eje de giro coincide con el del rodete. Esta bomba-turbina también incluye un distribuidor, que está formado por un grupo de palas directoras dispuestas alrededor del rodete, y un pre-distribuidor, dispuesto entre la voluta y el distribuidor y que está formado por un grupo de palas fijas. En modo turbina, el distribuidor está dispuesto corriente abajo con respecto al pre-distribuidor.

La estructura de las primeras generaciones de bombas-turbinas, p. ej., bombas-turbinas con varias décadas de antigüedad, está muy influenciada por la de las turbinas de tipo puramente Francis.

15 En una renovación, resulta común cambiar las palas directoras sin cambiar físicamente las palas fijas, ya que las palas fijas contribuyen a la resistencia mecánica de la voluta y cualquier modificación de las mismas sería difícil de implementar. Este cambio de palas directoras consiste principalmente en modificar su curvatura. De este modo, las palas fijas pasan a ser demasiado radiales con respecto al flujo desde las palas directoras en la dirección de la bomba. Es conocido que esta falta de incidencia provoca pérdidas de presión adicionales que afectan negativamente el buen rendimiento de la máquina.

20 Por lo tanto, una solución consiste en reducir el ángulo geométrico interior de las palas fijas, es decir, hacerlo menos radial. Esta operación podría llevarse a cabo usando técnicas de desbastado o sobredimensionamiento. No obstante, modificar la estructura del pre-distribuidor supondría el riesgo de debilitar la resistencia mecánica de la unidad y esta operación resultaría difícil dados los requisitos de espacio de las piezas dentro del distribuidor.

25 Además, el pre-distribuidor y los anillos de borde conectados rígidamente al pre-distribuidor son piezas mecánicas integradas en hormigón, ya que las mismas son componentes fundamentales en el dimensionamiento mecánico de la máquina. Esto se debe a que las mismas están sometidas a elevados niveles de tensión mecánica. Por lo tanto, la modificación en el perfil de las palas fijas provocaría un debilitamiento de la estructura. Asimismo, una operación de este tipo tardaría en implementarse y sería muy cara.

30 La invención pretende remediar de forma más específica estos inconvenientes dando a conocer un método de renovación de una bomba-turbina de tipo Francis que soluciona la falta de incidencia entre los ángulos de flujo de agua en modo bomba y los ángulos geométricos de las palas fijas, sin debilitar la estructura.

35 El documento JP-A-S58 187 584 describe un método para modificar una turbina Francis. De forma específica, haciendo referencia a sus figuras, la turbina Francis incluye un conducto 10 que sale a una carcasa 8 en forma de voluta. El caudal de agua que circula dentro del conducto 10 se controla mediante una válvula 9 de entrada. La carcasa 8 en forma de voluta está dispuesta en la circunferencia de un rodete e incluye palas fijas 7 y palas directoras 6. Las palas fijas 7 están dispuestas corriente arriba con respecto a las palas directoras 6. Las palas directoras 6 y las palas fijas 7 están dispuestas en un diseño circular dentro de la carcasa 8 en forma de voluta. El rodete 2 incluye un anillo superior 2a y un anillo inferior 2b, entre los que se extienden unas palas 2c de rodete que están dispuestas uniformemente alrededor de un eje de giro del rodete 2. El anillo superior 2a está fijado a un eje 1 para accionar un generador. Un tubo 11 de evacuación está dispuesto corriente abajo con respecto al rodete 2 para evacuar el agua que circula a través de la turbina. Las palas directoras 6 tienen un paso ajustable, mientras que las palas fijas 7 están unidas fijamente dentro de la carcasa 8 en forma de voluta.

45 Según lo descrito en el documento JP-A-S58 187 584, la turbina Francis se renueva con un método que consiste en aplicar un elemento de revestimiento en general en la trayectoria de flujo de agua en la turbina. Este elemento de revestimiento es un revestimiento que se adhiere en la superficie que contacta con el agua en la trayectoria de flujo de la máquina hidráulica. El elemento de revestimiento está hecho preferiblemente de resina epoxi reforzada con fibra de carbono y está adaptado para reducir la fricción del fluido y aumentar la eficacia de la turbina reduciendo la pérdida de presión del flujo.

En la publicación de solicitud de patente US 2007/0020096 se da a conocer otra turbina hidráulica.

50 En consecuencia, la invención se refiere a un método de renovación de una instalación para transformar energía hidráulica en energía eléctrica o mecánica y viceversa según la reivindicación 1.

Gracias a la invención, en modo bomba, el flujo de agua tiene una dirección, en la salida del distribuidor, que es más radial. Esto permite corregir la falta de incidencia entre el ángulo de flujo del fluido y el ángulo geométrico de las palas fijas, sin modificar la geometría de las palas fijas.

Según los aspectos ventajosos de la invención, aunque no obligatorios, un método de renovación de una instalación de transformación puede incorporar una o más de las siguientes características, en cualquier combinación aceptable técnicamente:

- 5 - Las palas fijas se fijan entre un anillo de borde superior y un anillo de borde inferior, mientras que la etapa a) se implementa fijando, en cada primer canal, un sector de un deflector en el anillo superior y/o en el anillo inferior.
- 10 - Las palas directoras comprenden dos superficies opuestas que se mojan durante el paso de agua y una cuerda equidistante con respecto a las dos superficies opuestas, mientras que el método incluye una etapa c) posterior con respecto a la etapa b) que consiste en ajustar el giro de las palas directoras del distribuidor alrededor de su eje de giro de manera que la extensión rectilínea de la cuerda, al nivel del borde trasero de las palas directoras en modo bomba, forma un ángulo con una dirección orto radial con respecto al eje de giro del rodete que pasa a través de este borde trasero que es más grande que el ángulo definido entre esta extensión rectilínea y esta dirección orto radial antes de la renovación de la bomba-turbina, para el mismo punto de funcionamiento de la bomba-turbina.
- 15 - El rodete incluye palas que definen entre cada par de dos palas adyacentes un tercer canal de paso de agua, mientras que el método incluye una etapa d) que consiste en reducir la altura de los terceros canales, tomada al nivel de los bordes traseros del flujo en las palas cuando la bomba-turbina funciona en modo bomba y en paralelo con respecto al eje de giro del rodete.
- 20 - La etapa b) se implementa cambiando el rodete, especialmente equipando la bomba-turbina con un rodete en donde la altura de sus terceros canales, medida en paralelo con respecto al eje de giro del rodete en el borde trasero de las palas, es idéntica a la altura del primer y segundo canales.

25 La invención también se refiere a una instalación renovada para transformar energía hidráulica en energía eléctrica o mecánica y viceversa, según la reivindicación 6.

Según los aspectos ventajosos de la invención, aunque no obligatorios, una instalación de transformación de energía puede incorporar una o más de las siguientes características, en cualquier combinación aceptable técnicamente:

- 30 - El deflector está formado por varios sectores, dispuestos cada uno en un primer canal y fijados al anillo de borde inferior y/o al anillo de borde superior mediante elementos de fijación.
- Los sectores del deflector incluyen cada uno una placa de metal.
- Los sectores del deflector incluyen cada uno una masa de material sintético, hormigón o metal.

35 La invención será más comprensible y otras ventajas de la misma resultarán más claras a la vista de la siguiente descripción de un modo de realización de un método de renovación de una instalación de transformación de energía en correspondencia con su principio, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una sección axial de una instalación que incluye una bomba-turbina, antes de la implementación del método de renovación de la invención,
- la figura 2 es una vista en detalle de la sección II de la figura 1,
- 40 - la figura 3 es una sección parcial a lo largo de la línea III-III de la instalación de la figura 1 en un caso en donde el distribuidor se ha modificado; en esta figura, el rodete de la bomba-turbina y los bloques de hormigón se han omitido y la voluta se muestra en una vista externa a efectos de claridad del dibujo,
- la figura 4 es una vista a una escala ampliada de la sección IV de la figura 3,
- 45 - la figura 5 es una sección similar a la figura 1 después de que la bomba-turbina de la instalación se ha renovado mediante el método de la invención,
- la figura 6 es una vista en detalle de la sección VI de la figura 5,
- la figura 7 es una sección parcial, similar a la figura 3 y a lo largo de la línea VII-VII de la figura 5, de la bomba-turbina renovada,
- la figura 8 es una vista a una escala ampliada de la sección VIII de la figura 7.

50 Las figuras 1 y 2 muestran una instalación 2 para transformar energía hidráulica en energía eléctrica o mecánica

antes de su renovación. A efectos de claridad del dibujo, algunos elementos visibles en la figura 2 no se muestran en la figura 1. A la inversa, la instalación 2 puede transformar energía mecánica o eléctrica en energía hidráulica. La instalación 2 incluye una bomba-turbina 20. En modo turbina, la bomba-turbina 20 usa energía hidráulica para accionar un eje 201 de transmisión en una dirección de giro. El giro de este eje 201 de transmisión puede ser utilizado como entrada para otro dispositivo mecánico o para accionar un generador de corriente alterna a efectos de producir electricidad.

En modo bomba, el giro de un rodete de la bomba-turbina 20 es inducido por una fuerza aplicada en el eje 201 en la dirección de giro opuesta, lo que provoca el desplazamiento de una cantidad de agua en la dirección inversa al flujo en modo turbina. En el resto de la descripción, a no ser que se indique de otro modo, se considera que la bomba-turbina 20 funciona en modo bomba.

La bomba-turbina 20 incluye una voluta 200 que está conectada a un conducto, no mostrado, y que se mantiene en su posición mediante bloques 22 y 24 de hormigón. Este conducto es atravesado por un flujo de agua forzada desde un rodete 202 que forma parte de la bomba-turbina 20. Este rodete 202 está rodeado por la voluta 200 y comprende unas palas 208 entre las que el agua puede circular. El borde trasero de una pala 208 se indica como 2080 cuando la bomba-turbina 20 funciona en modo bomba. Durante el paso de agua, el rodete 202 gira alrededor de un eje Z202 que coincide con el eje de giro del eje 201 de transmisión. Este paso de agua se representa como el flujo E en la figura 1.

Cuando la bomba-turbina 20 funciona en modo turbina, el borde 2080 constituye el borde delantero de la pala de la que forma parte.

Un distribuidor 206 está dispuesto alrededor del rodete 202. Este distribuidor 206 está formado por un grupo de palas directoras 2060 distribuidas regularmente alrededor del rodete 202. La altura del distribuidor 206, medida en paralelo con respecto al eje Z202, se indica como h206. Junto a la holgura de funcionamiento, esta altura h206 es de hecho la de las palas directoras 2060, medida verticalmente entre dos soportes 2063 y 2065 entre los que las palas directoras 2060 están articuladas, girando cada una alrededor de un eje Z2060 en paralelo con respecto al eje Z202.

Unos elementos 2067 y 2069, denominados apoyos, conectados rígidamente a las palas directoras 2060, están montados respectivamente en los soportes 2063 y 2065 y se usan para controlar el giro de las palas directoras 2060 alrededor de los ejes Z2060.

Un pre-distribuidor 204 está dispuesto alrededor del distribuidor 206, es decir, corriente arriba con respecto al distribuidor 206 en modo turbina y corriente abajo con respecto al mismo en modo bomba. El pre-distribuidor 204 está formado por un grupo de palas fijas 2040 distribuidas regularmente alrededor del eje Z202 de giro del rodete 202 y fijadas entre un anillo 210 de borde inferior y un anillo 212 de borde superior. La altura del pre-distribuidor 204, es decir, la altura mínima, medida en paralelo con respecto al eje Z202, entre el anillo 210 de borde inferior y el anillo 212 de borde superior, se indica como h204. La altura h204 se mide junto a un borde 2046 de cada pala fija con una orientación hacia el distribuidor 206. En modo bomba, el agua pasa entre las palas 208 del rodete 202, a continuación entre cada par de dos palas directoras 2060 adyacentes y, finalmente, entre cada par de dos palas fijas 2040 adyacentes. En modo turbina, el agua pasa entre las palas fijas 2040, entre las palas directoras 2060, y a continuación entre las palas 208. Teniendo en cuenta de forma específica este funcionamiento en modo turbina, un primer canal C1 de paso de agua se define entre dos palas fijas 2040 adyacentes, un segundo canal C2 de paso de agua se define entre dos palas directoras 2060 adyacentes y, de este modo, un tercer canal C3 de paso de agua se define entre dos palas 208 adyacentes del rodete 202.

En el ejemplo de las figuras, el número de primeros canales C1 es por lo tanto equivalente al número de palas fijas 2040. El número de segundos canales C2 es equivalente al número de palas directoras 2060 y el número de terceros canales C3 es equivalente al número de palas 208. En el ejemplo de las figuras en donde la instalación 2 incluye dieciséis palas fijas 2040 y dieciséis palas directoras 2060 se obtienen dieciséis canales C1 y dieciséis canales C2.

Como variante, el número de palas fijas 2040 puede ser diferente del número de palas directoras 2060.

La altura h204 es la altura de los canales C1, mientras que la altura h206 es la altura de los canales C2.

Un tubo 26 de evacuación, visible en las figuras 1 y 5, está dispuesto debajo del rodete 202. El mismo se usa, en modo turbina, para evacuar el agua corriente abajo y, en modo bomba, para absorber el agua desde un depósito de agua hacia el rodete 202.

Debido a que las palas directoras 2060 del distribuidor 206 son ajustables giratoriamente, cada una alrededor de un eje vertical Z2060 en paralelo con respecto al eje Z202 de giro del rodete 202, es posible usar la orientación de las palas directoras 2060 del distribuidor 206 para ajustar el flujo que entra en el rodete 202 en modo turbina y, por lo tanto, para obtener diversos puntos de funcionamiento para la bomba-turbina 20.

Las figuras 2 y 4 muestran una vista a una escala ampliada de la instalación en las figuras 1 a 4 en el caso en que los canales C2 de las palas directoras 2060 se abren al flujo haciendo girar cada una de las palas directoras 202 alrededor de su eje vertical Z2060.

En caso de cambio de las palas directoras, que consiste principalmente en modificar su curvatura, si este cambio se implementa únicamente, se produce una falta de incidencia entre la dirección del flujo en la salida del distribuidor y la dirección de las palas fijas en el lado de la pala directora.

Esta falta de incidencia se explica más claramente a continuación haciendo referencia a las figuras 3 y 4.

- 5 Todos los ángulos mencionados a continuación se toman con respecto a una dirección orto radial U_0 con respecto al eje Z202.

10 El giro de las palas directoras 2060 alrededor de un eje vertical Z2060 se define como una función del flujo E hacia fuera desde el rodete. El vector de velocidad absoluta del flujo de agua en una pala directora 2060, en la salida de los canales C2 del distribuidor 206 y en la entrada de los canales C1 del pre-distribuidor 204, se indica como V1. Tal como puede observarse en la figura 4, el vector V1 tiene un componente acimutal U_1 , es decir, orto radial con respecto al eje Z202, y un componente D1 de flujo de salida, es decir, radial con respecto al eje Z202 y centrífugo.

15 Cada pala directora 2060 comprende una superficie interior 2068A y una superficie exterior 2068B que se mojan durante el funcionamiento de la bomba-turbina 20. Para cada pala directora 2060 se define una cuerda 2062 que es equidistante con respecto a las dos superficies 2068A y 2068B y un borde trasero 2064 del flujo E en la dirección de la bomba. Al nivel del borde trasero 2064, la cuerda 2062 se extiende a lo largo de un eje Y2064 que puede describirse como el eje de salida de una pala directora 2060. El eje Y2064 forma un ángulo A1 con la dirección orto radial U_0 . El vector V1 está globalmente alineado con el eje Y2064.

20 De forma similar, las palas fijas 2040 también comprenden un borde delantero 2046 definido en la dirección de la bomba, así como una superficie interior 2048A y una superficie exterior 2048B. Durante el funcionamiento de la instalación 2, las superficies 2048A y 2048B se mojan. Las palas fijas 2040 también tienen una cuerda 2042 que es equidistante con respecto a las superficies 2048A y 2048B. Al nivel del borde delantero 2046, la cuerda 2042 se extiende a lo largo de un eje Y2046 que puede describirse como el eje de entrada en una pala fija 2040 y que define un ángulo A2 distinto de cero con el eje Y2064 de la pala directora 2060 correspondiente y un ángulo A3 con la dirección orto radial U_0 .

25 Tal como puede observarse en las figuras 3 y 4, las bombas-turbinas de primera generación tienen unas palas fijas 2040 cuya superficie 2048A girada hacia las palas directoras 2060 está orientada de forma sustancialmente radial, formando ángulos A3 significativos. De hecho, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, el ángulo A3 es del orden de 45° , lo que hace que la parte de las palas fijas 2040 girada hacia las palas directoras 2060, es decir, que define el borde delantero 2046, quede orientada de forma sustancialmente radial con respecto al eje Z202 de giro.

30 En caso de cambio de las palas directoras, que consiste principalmente en modificar su curvatura, la norma del componente azimutal U_1 orto radial con respecto al eje Z202 aumenta, mientras que la norma del componente D1 de flujo de salida radial con respecto al eje Z202 y centrífugo se conserva.

35 El ángulo A1 de la dirección de flujo de agua, es decir, por lo tanto, el ángulo entre el eje Y2064 y la dirección U_0 , se reduce. De esta manera, existe una falta de correspondencia entre el ángulo A1 de flujo de agua y el ángulo A3 geométrico de las palas fijas 2040. Esto da como resultado una falta de incidencia que se muestra en las figuras 3 y 4 mediante el ángulo A2 distinto de cero tomado entre el eje Y2046 de entrada de una pala fija y el eje Y2064 de salida de una pala directora 2060 enfrentada.

40 La invención da a conocer un método de renovación de una bomba-turbina de tipo Francis para corregir esta falta de incidencia. Las figuras 5 a 8 muestran la instalación renovada 2. Los elementos comprendidos en la renovación mantienen su referencia original seguida por un símbolo prima ('), mientras que los elementos no comprendidos en la renovación mantienen la misma referencia. A efectos de claridad del dibujo, algunos elementos visibles en la figura 6 no se muestran en la figura 5.

45 El método de renovación incluye una etapa que consiste en añadir un deflector 214 en el anillo 210 de borde inferior. De forma más precisa, el deflector 214 tiene una forma anular centrada en el eje Z202. El mismo está compuesto por varios sectores 2140, siendo visible uno de los mismos en sección en la figura 6, dispuestos en los primeros canales C1 de paso de agua. En la figura 7 el deflector 214 se muestra mediante un área sombreada.

50 Cada sector 2140 del deflector 214 está formado por una masa 2142 hecha de polietileno de alta densidad, una parte 2144 hecha de acero inoxidable y una placa 2146 también formada por acero inoxidable. La parte 2144 está dispuesta corriente abajo, en la dirección de la bomba, con respecto a la masa 2142 y está conectada rígidamente a la misma. La misma está fijada al anillo 210 de borde inferior mediante unos tornillos 216, siendo solamente uno de ellos visible en la figura 6. La parte 2144 está cubierta por la placa 2146 que se extiende corriente abajo, en la dirección de la bomba, tangencialmente y soldada al anillo 210 de borde inferior.

55 La masa 2142 tiene un espesor que disminuye en una dirección corriente arriba a corriente abajo en la dirección de la bomba. Esto presenta la ventaja de que, en la dirección de la turbina, el deflector 214 no opone ninguna resistencia considerable al paso de agua en el canal C1 y, en la dirección de la bomba, evita una separación de flujo inestable con el deflector 214.

Como variante, el material de la masa 2142 puede ser un material sintético distinto al polietileno de alta densidad y es posible usar medios de fijación distintos a tornillos.

La incorporación de este deflector 214 se usa para reducir la altura de los primeros canales C1 para el paso de flujo dentro de la pala fija 204. De hecho, tal como puede observarse en la figura 6, el agua ya no circula entre el anillo 212 de borde superior y el anillo 210 de borde inferior, sino entre el anillo 212 de borde superior y el deflector 214. La altura después de una renovación, indicada como h_{204}' , de cada primer canal C1 de paso de agua, medida en paralelo con respecto al eje Z202, entre el deflector 214 y el anillo 212 de borde superior, se reduce por lo tanto con respecto a la altura h_{204} . Esto da como resultado un aumento del componente de flujo de salida de la velocidad del flujo en el distribuidor 206'. El componente acimutal no se ve sustancialmente afectado por este cambio de altura, ya que depende esencialmente de la curvatura conferida a la pala directora. Por lo tanto, el flujo tiene una dirección más radial que en la instalación 2 antes de la renovación.

En el resto de la descripción, se considera que el punto de funcionamiento de la bomba-turbina 20 después de la renovación, es decir, en la configuración de las figuras 5 a 8, es el mismo que el punto de funcionamiento usado para la bomba-turbina no renovada de la figura 1 y también es idéntico al punto de funcionamiento usado después de cambiar las palas directoras de la bomba-turbina no renovada por palas directoras 2060' con una curvatura modificada, tal como se muestra en las figuras 3 y 4.

Haciendo referencia a la figura 8, el vector de velocidad absoluta del flujo de agua que se obtiene en una pala directora 2060', en la salida de los canales C2 del distribuidor 206' y en la entrada de los canales C1 del pre-distribuidor 204 después de una renovación, se indica como V2. Este vector V2 de velocidad tiene un componente acimutal U2 considerado idéntico al componente U1 de velocidad V1 obtenido antes de la renovación, ya que el componente acimutal no se ve afectado globalmente por el cambio de altura del pre-distribuidor 204. Por otro lado, la velocidad V2 tiene un componente D2 de flujo de salida más grande que el componente D1 de velocidad V1. En la figura 8, la velocidad V1 se muestra en línea discontinua solamente a efectos de comparar los ángulos de flujo de agua antes y después de la renovación. Al nivel del borde trasero 2064, la cuerda 2062 se extiende a lo largo de un eje rectilíneo Y2064' que puede describirse como el eje de salida del fluido de una pala directora 2060' después de la renovación. El eje Y2046 no cambia, del mismo modo que el ángulo A3. Un ángulo A1' se define entre el eje Y2064' y la dirección orto-radial U_o , el ángulo A1' es más grande que el ángulo A1 obtenido antes de la renovación. Después de la renovación, los ejes Y2064' y Y2046 definen entre los mismos un ángulo A2' que es más pequeño que el ángulo A2 obtenido antes de la renovación. Por lo tanto, la falta de incidencia entre las palas directoras 2060' y las palas fijas 2040 se reduce.

Además, la reducción de altura de los canales C1 del pre-distribuidor 204 requiere adaptar la altura h_{206} del distribuidor y la altura h_{202} del rodete 202. Por lo tanto, el método de renovación también incluye las etapas de sustituir el distribuidor 206 y el rodete 202, especialmente equipando la bomba-turbina 20 con un rodete 202' cuyos canales C3 tienen una altura h_{202}' , medida en paralelo con respecto al eje Z202 y en el borde trasero 2080' de las palas 208' en la dirección de la bomba, idéntica a la altura h_{204}' de los primeros canales C1. De forma similar, la renovación incluye una etapa de sustitución del distribuidor 206 por un distribuidor 206' cuyos canales C2 tienen una altura h_{206}' , medida en paralelo con respecto al eje Z202, idéntica a la altura h_{204}' de los primeros canales C1. Esta altura h_{206}' es de hecho la de las palas directoras 2060', medida verticalmente entre dos soportes 2063 y 2065 entre los que las palas directoras 2060' están articuladas, cada una alrededor de un eje Z2060 en paralelo con respecto al eje Z202. Los elementos 2067' y 2069', denominados apoyos, conectados rígidamente a las palas directoras 2060', están montados respectivamente en los soportes 2063 y 2065 y se usan para controlar el giro de las palas directoras 2060' alrededor de los ejes Z2060.

La incorporación del deflector 214 en los canales C1 del pre-distribuidor 204 también presenta la ventaja de reducir el área de las superficies mojadas 2048A y 2048B de las palas fijas 2040 a lo largo de donde el agua circula. Por lo tanto, el flujo pierde menos presión por fricción con las palas fijas 2040. Además, el hecho de usar un distribuidor 206' con una altura reducida, así como un rodete 202' con una altura reducida, significa que el flujo E que pasa a través del rodete 202' y el distribuidor 206' también pierde menos presión debido a una menor fricción con las piezas sólidas. De hecho, las superficies mojadas se reducen.

Como variante, no mostrada, el deflector 214 comprende una pieza y comprende alojamientos que rodean cada una una pala fija 2060.

Como variante, no mostrada, la masa 2142 de los sectores 2140 del deflector 214 está hecha de hormigón o está formada por una placa de metal.

Según otra variante, no mostrada, el deflector 214 no está fijado en el anillo 210 de borde inferior, sino debajo del anillo 212 de borde superior.

Como variante, no mostrada, la reducción de altura de los primeros canales C1 se implementa fijando un deflector sobre el anillo 210 de borde inferior y otro deflector debajo del anillo 212 de borde superior.

Las variantes y modos de realización mencionados anteriormente pueden combinarse para obtener nuevos modos de realización de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Método de renovación de una instalación (2) para transformar energía hidráulica en energía eléctrica o mecánica y viceversa, comprendiendo esta instalación renovada:

- una bomba-turbina (20) de tipo Francis que incluye un rodete (202) móvil alrededor de un eje (Z202),
- 5 - un pre-distribuidor (204) que incluye palas fijas (2040) que definen entre cada par de dos palas fijas adyacentes un primer canal (C1) de paso de agua,
- un distribuidor (206) que incluye palas directoras (2060) dispuestas corriente abajo con respecto a las palas fijas en la dirección del flujo de agua que alimenta la bomba-turbina que funciona en modo turbina, definiendo las palas directoras (2060) entre cada par de dos palas directoras adyacentes un segundo canal (C2) de paso de agua,

caracterizándose este método por que incluye las etapas que consisten en:

- a) reducir la altura (h204), tomada en paralelo con respecto al eje (Z202) de giro del rodete (202), de los primeros canales (C1) de paso de agua,
- 15 b) reducir la altura (h206), tomada en paralelo con respecto al eje de giro del rodete, de los segundos canales (C2) de paso de agua, cambiando el distribuidor (206), equipando la bomba-turbina con un distribuidor (206') cuyos canales (C2) tienen una altura (h206'), medida en paralelo con respecto al eje (Z202) de giro del rodete (202), idéntica a la altura (h204') de los primeros canales (C1).

2. Método según la reivindicación 1, caracterizado por que las palas fijas (2040) se fijan entre un anillo (212) de borde superior y un anillo (210) de borde inferior y por que la etapa a) se implementa fijando, en cada primer canal (C1), un sector (2140) de un deflector (214) en el anillo superior y/o en el anillo inferior.

3. Método según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las palas directoras (2060) comprenden dos superficies opuestas (2068A, 2068B) que se mojan durante el paso de agua y una cuerda (2062) equidistante con respecto a las dos superficies opuestas, y por que el método incluye una etapa c) posterior con respecto a la etapa b) que consiste en:

- 25 c) ajustar el giro de las palas directoras del distribuidor (206') alrededor de su eje (Z2060) de giro de manera que la extensión rectilínea (Y2064') de la cuerda, al nivel del borde trasero (2064) de las palas directoras en modo bomba, forma un ángulo (A1') con una dirección orto radial (Uo) con respecto al eje (Z202) de giro del rodete (202) que pasa a través de este borde trasero que es más grande que el ángulo (A1) definido entre esta extensión rectilínea (Y2064) y esta dirección orto radial antes de la renovación de la bomba-turbina (20), para el mismo punto de funcionamiento de la bomba-turbina.

4. Método según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el rodete (202) incluye palas (208) que definen entre cada par de dos palas adyacentes un tercer canal (C3) de paso de agua y por que el método incluye una etapa d) que consiste en:

- 35 d) reducir la altura (h202) de los terceros canales (C3), tomada al nivel de los bordes traseros (2080) del flujo (E) en las palas (208) cuando la bomba-turbina (20) funciona en modo bomba y en paralelo con respecto al eje (Z202) de giro del rodete.

5. Método según la reivindicación 4, caracterizado por que la etapa d) se implementa cambiando el rodete (202), especialmente equipando la bomba-turbina con un rodete (202') en donde la altura (h202') de sus terceros canales (C3), medida en paralelo con respecto al eje (Z202) de giro del rodete al nivel del borde trasero (2080') de las palas (208'), es idéntica a la altura del primer (C1) y segundo canales (C2).

6. Instalación renovada (2) para transformar energía hidráulica en energía eléctrica o mecánica y viceversa, que comprende:

- una bomba-turbina (20) de tipo Francis que incluye un rodete (202) móvil alrededor de un eje,
- 45 - un pre-distribuidor (204) que incluye palas fijas (2040) que definen entre cada par de dos palas fijas adyacentes un primer canal (C1) de paso de agua,
- un distribuidor (206') que incluye palas directoras (2060') dispuestas corriente abajo con respecto a las palas fijas en la dirección del flujo de agua que alimenta la bomba-turbina que funciona en modo turbina, definiendo las palas directoras entre cada par de dos palas directoras adyacentes un segundo canal (C2) de paso de agua,

50 caracterizada por que la instalación está renovada con el método de la reivindicación 1 y la instalación renovada incluye al menos un deflector (214) dispuesto en un anillo (210) de borde inferior y/o en un anillo (212) de borde

superior en cada primer canal (C1), en donde el primer canal (C1) de paso de agua tiene una altura (h204') y el segundo canal (C2) de paso de agua tiene una altura (h206'), medidas en paralelo con respecto al eje (Z202) de giro del rodete (202), y el deflector (214) está dispuesto para hacer corresponder la altura (h204') del primer canal (C1) con la altura (h206') del segundo canal (C2) del distribuidor (206').

- 5 7. Instalación según la reivindicación 6, caracterizada por que el deflector (214) está formado por varios sectores (2140), dispuestos cada uno en un primer canal (C1) y fijados al anillo (210) de borde inferior y/o al anillo (212) de borde superior mediante elementos (216) de fijación.
8. Instalación según la reivindicación 7, caracterizada por que los sectores (2140) del deflector (214) incluyen cada uno una placa (2146) de metal.
- 10 9. Instalación según una de las reivindicaciones 7 o 8, caracterizada por que los sectores (2140) del deflector (214) incluyen cada uno una masa de material sintético (2142), hormigón o metal.

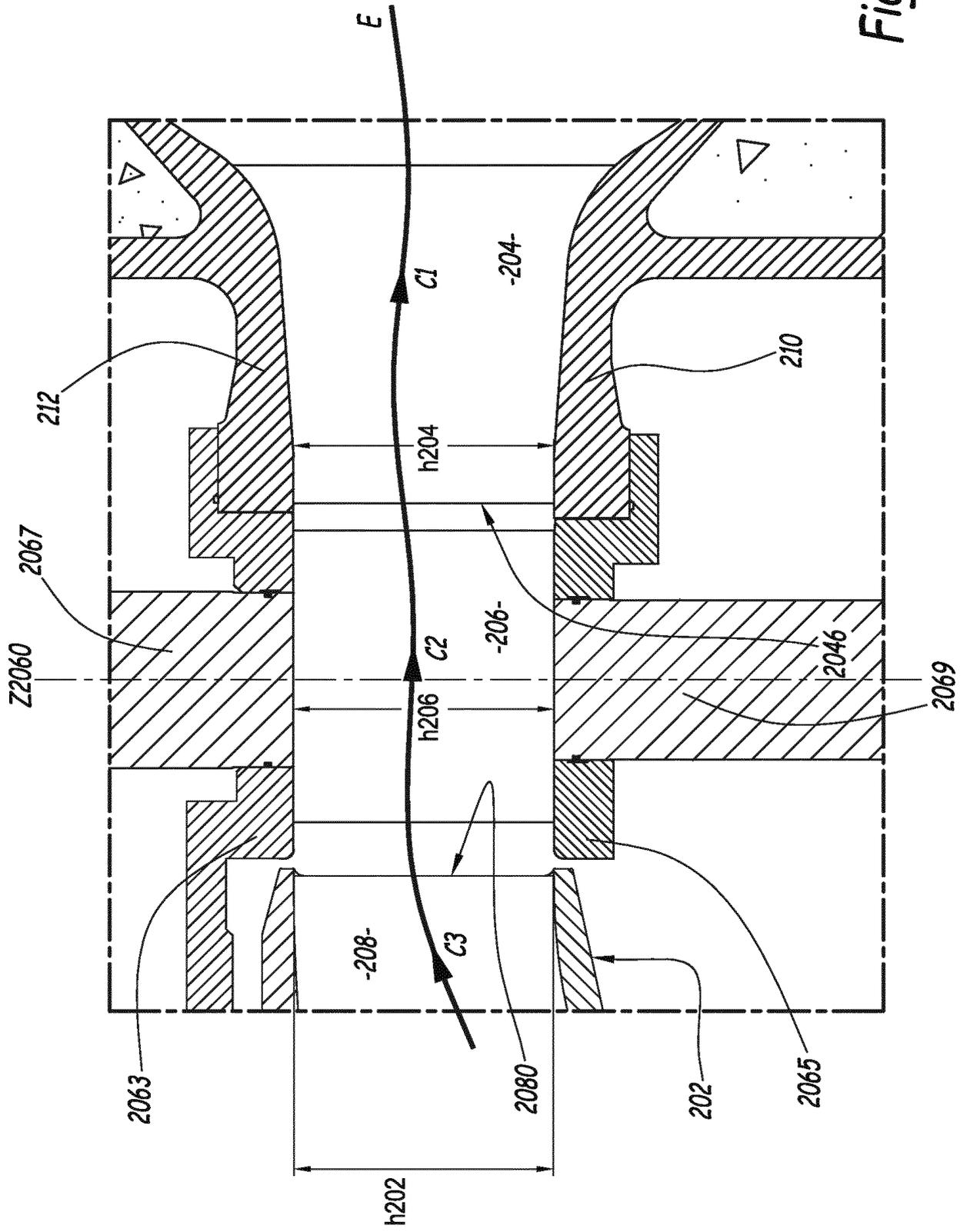


Fig.2

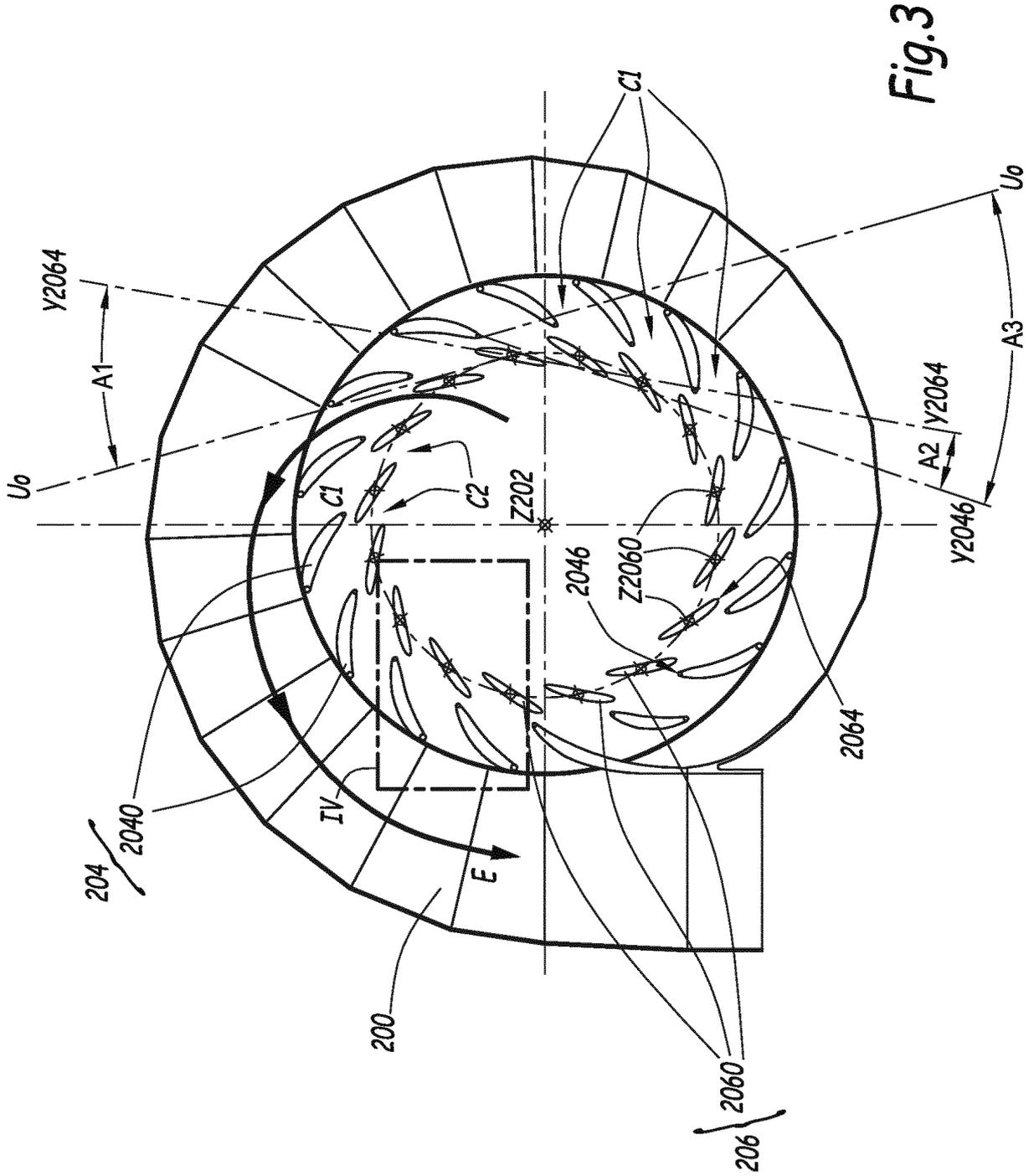


Fig. 3

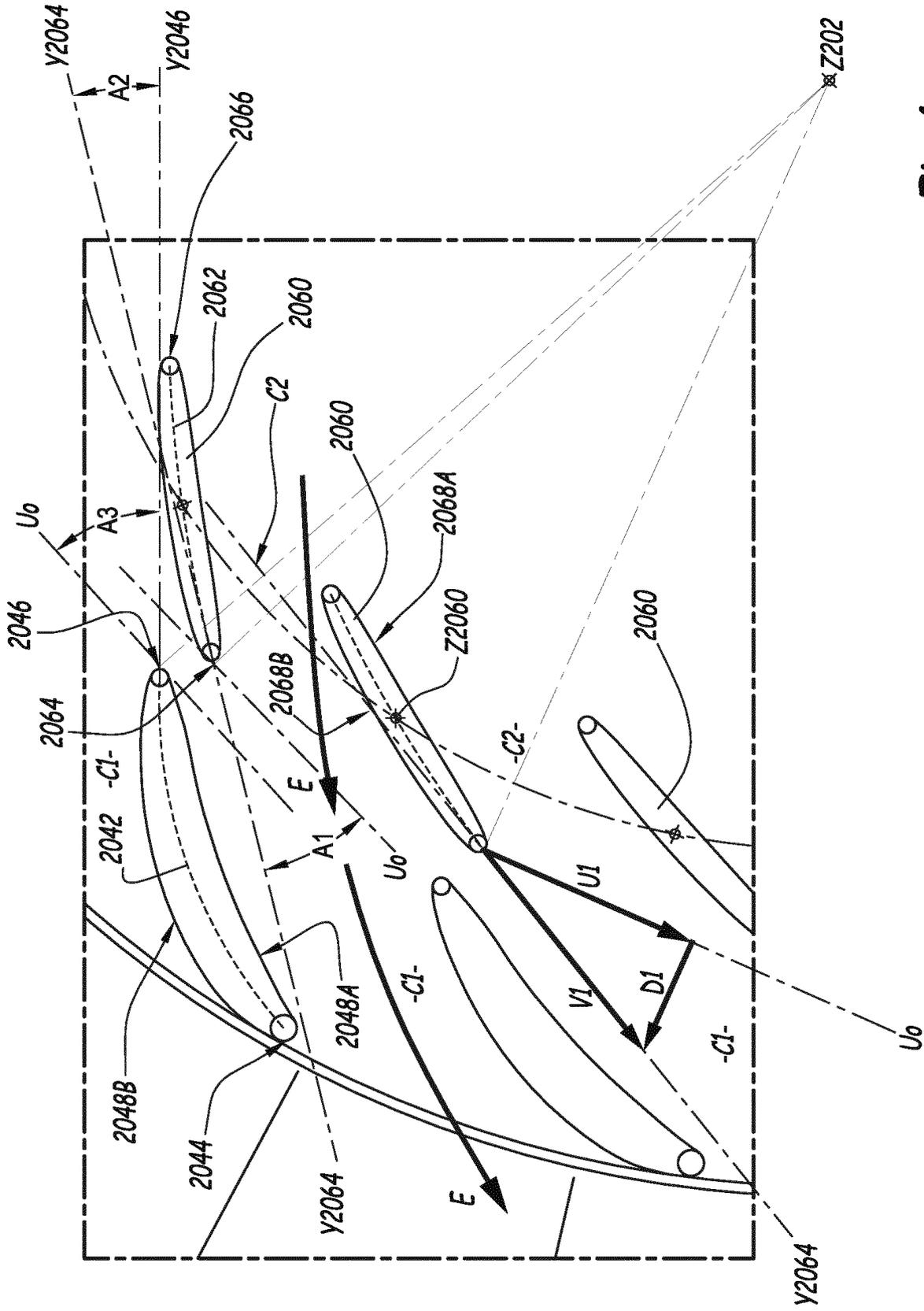
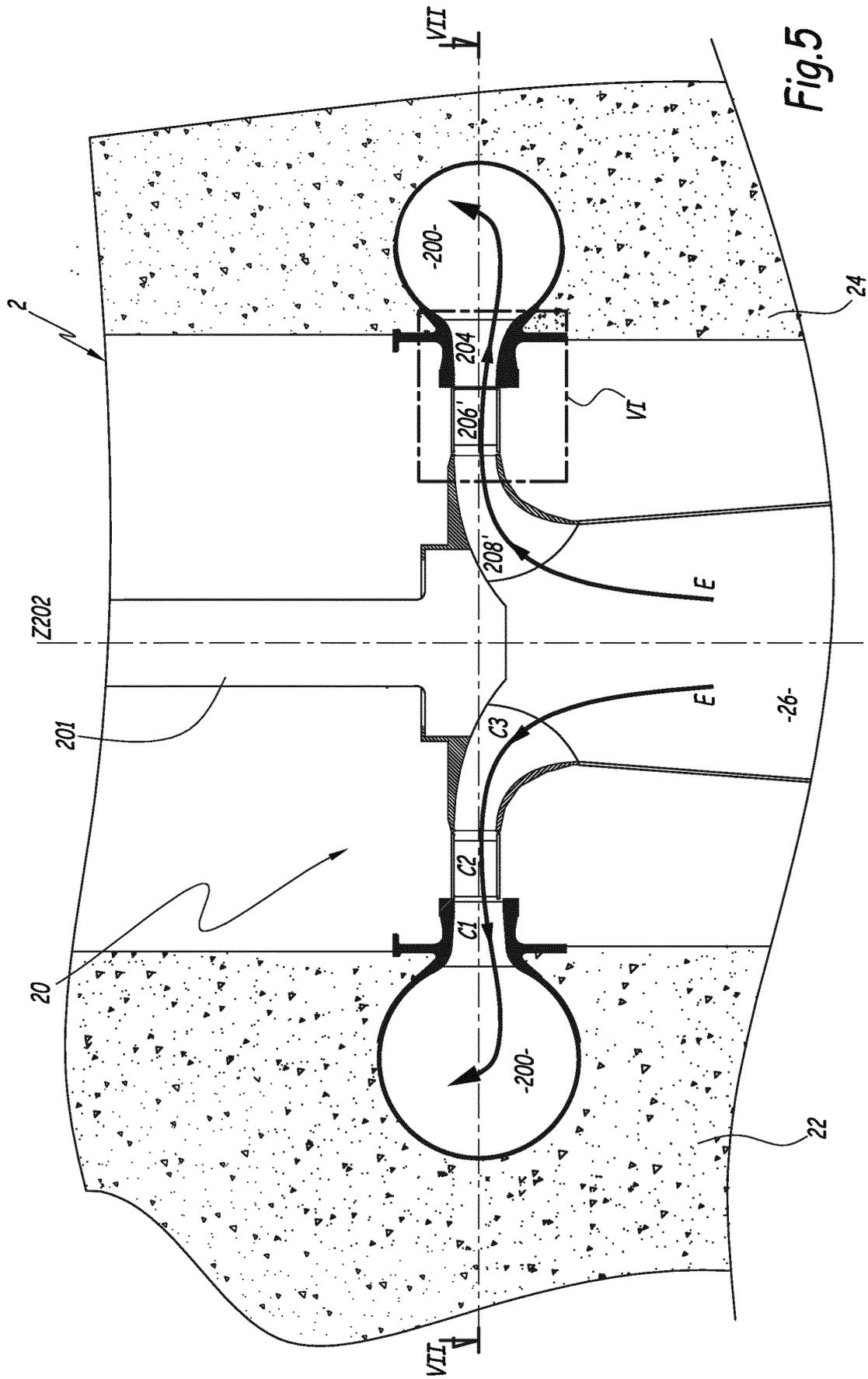


Fig.4



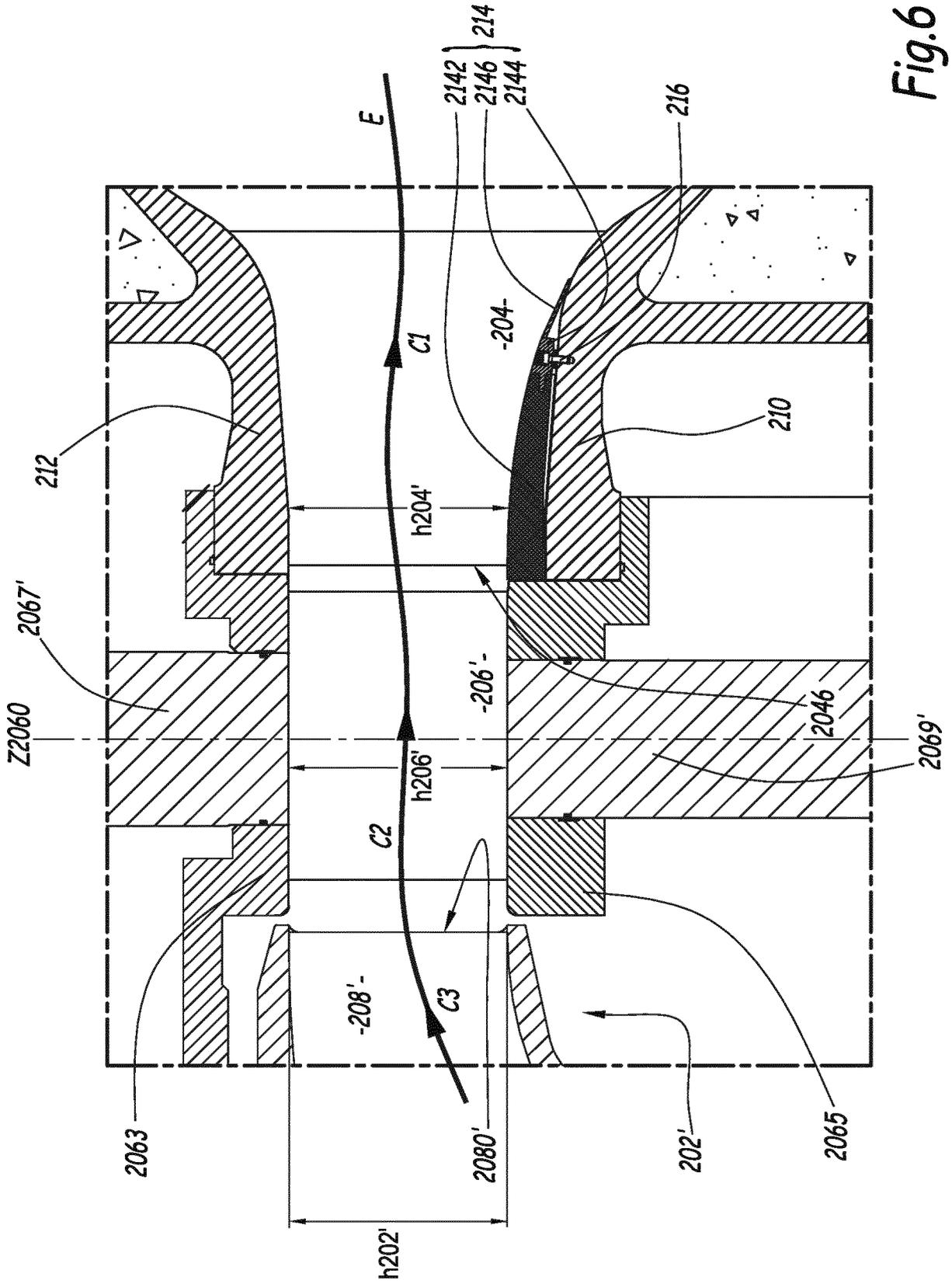


Fig.6

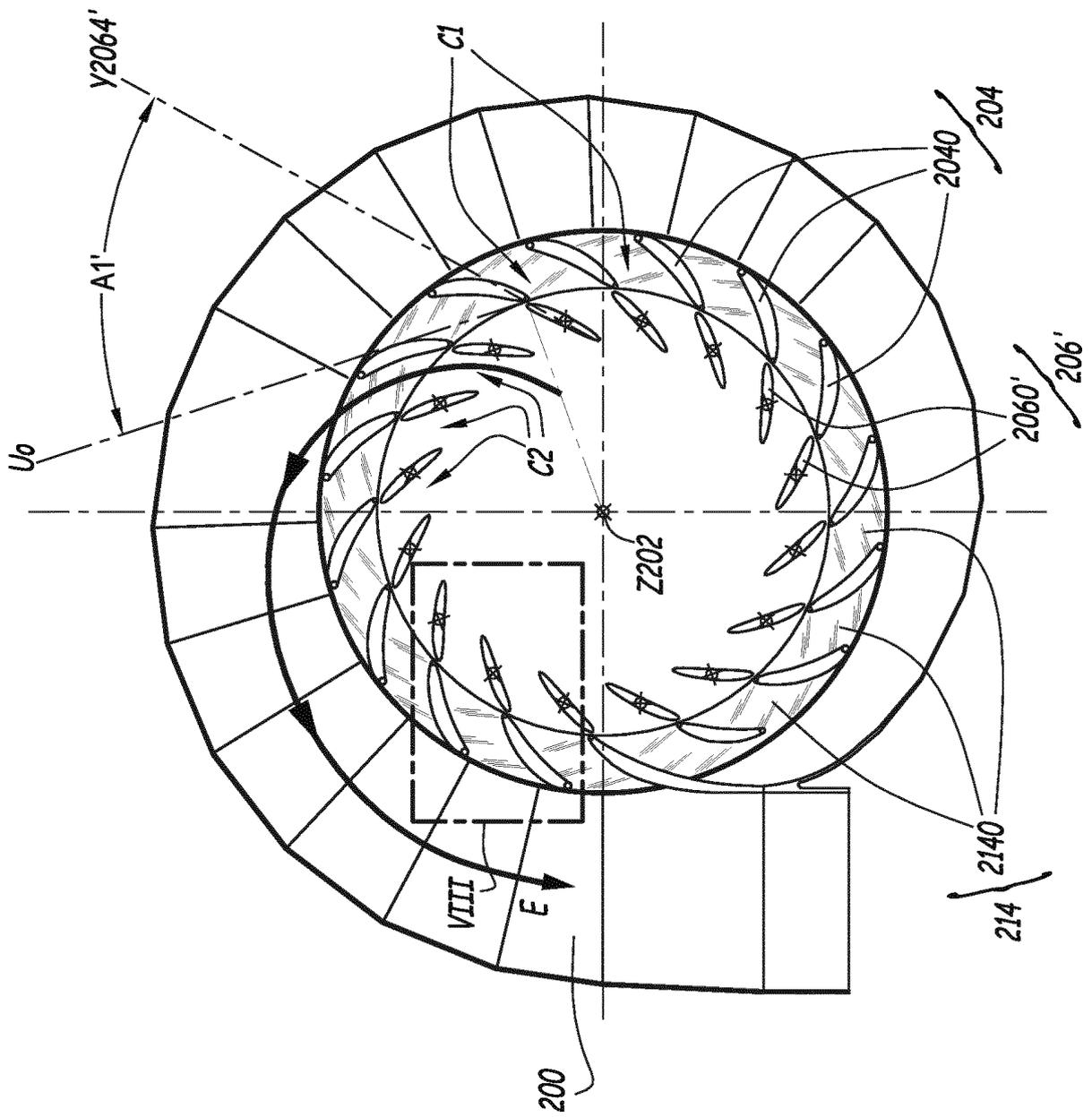


Fig.7

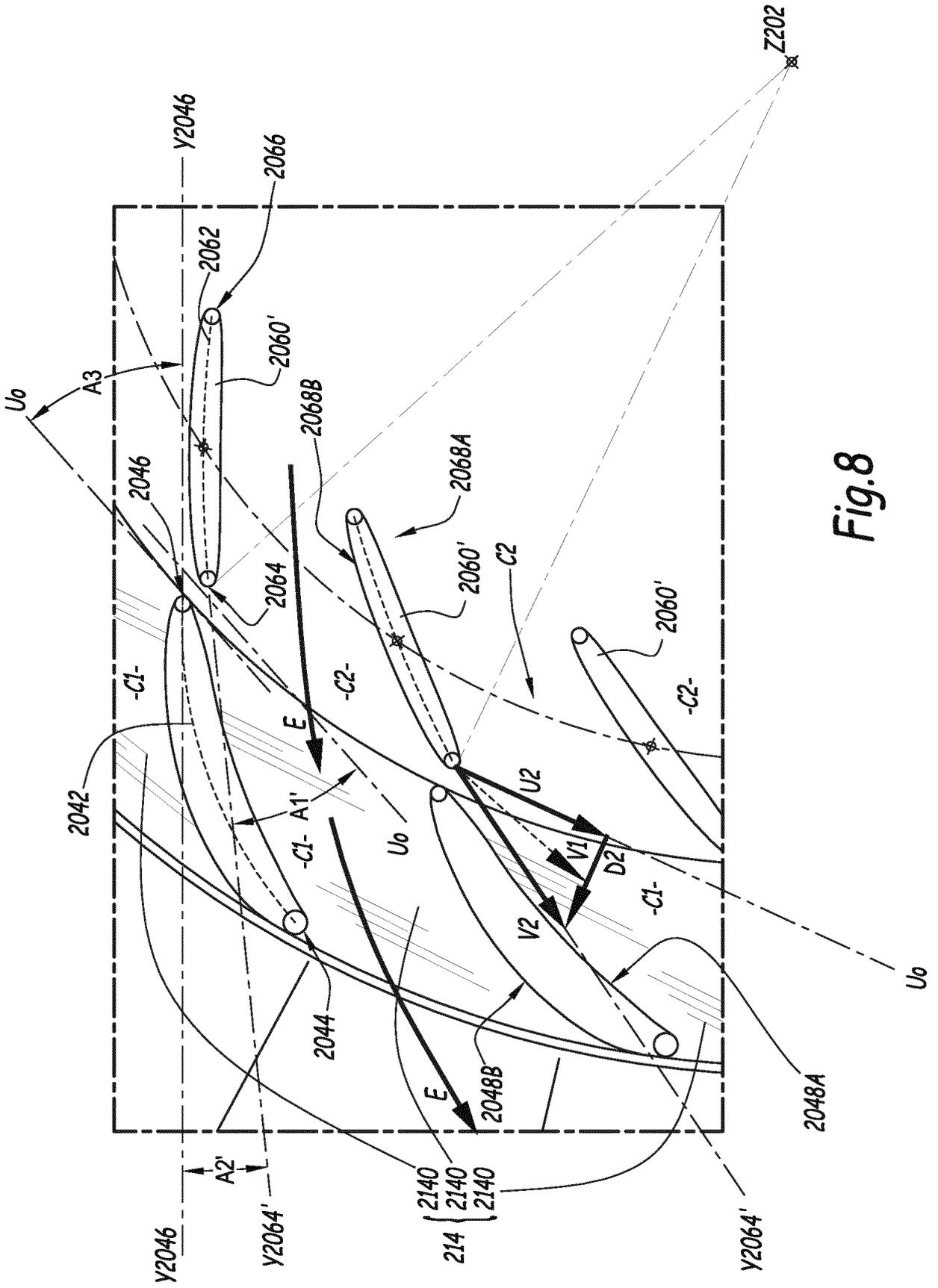


Fig.8