

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 310**

51 Int. Cl.:

F02B 41/10	(2006.01) F02D 41/40	(2006.01)
F01N 3/00	(2006.01) F02D 41/02	(2006.01)
F01N 3/20	(2006.01)	
F02B 29/04	(2006.01)	
F02B 37/00	(2006.01)	
F01N 3/025	(2006.01)	
F02D 41/00	(2006.01)	
F02B 37/24	(2006.01)	
F02B 39/02	(2006.01)	
F02M 26/08	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2014** **E 16191622 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2018** **EP 3147478**

54 Título: **Sistema de turbohélice mejorado**

30 Prioridad:

20.12.2013 IT MI20132165

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.02.2019

73 Titular/es:

FPT INDUSTRIAL S.P.A. (100.0%)
Via Puglia 15
10156 Torino, IT

72 Inventor/es:

D'EPIRO, CLINO

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 701 310 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

Sistema de turbohélice mejorado

Campo de aplicación de la invención

5 La presente invención se refiere al campo de sistemas de turbohélice ("turbocompound"), es decir aquellos sistemas en los que una turbina alimentada con los gases de escape de un motor de combustión interna tiene el eje de la misma conectada al árbol de accionamiento del vehículo para cooperar con el motor de combustión interna o con un generador eléctrico.

Una turbina de este tipo normalmente se denomina "turbina de potencia" o "turbina compuesta".

Técnica anterior

10 La gestión térmica del ATS (sistema de postratamiento) es crucial para garantizar una conversión eficaz de los contaminantes contenidos en los gases de escape.

Por tanto, el calentamiento rápido de los dispositivos que forman el ATS y su mantenimiento a una temperatura o bien igual a, o superior a la temperatura de activación es el objetivo fundamental perseguido por los fabricantes de vehículos, sobre todo vehículos industriales.

15 El ATS comprende, por ejemplo, el DOC (catalizador de oxidación diesel) y la SCR (reducción catalítica selectiva), pero pueden estar presentes otros dispositivos.

20 Es indispensable que algunos de tales dispositivos alcancen temperaturas del orden de 250 - 300°C para poder eliminar los contaminantes presentes en los gases de escape. Habitualmente, una técnica usada para promover el calentamiento del ATS es disponer una válvula, la cual se denomina aleta, aguas arriba del ATS, inmediatamente aguas abajo de la(s) turbina(s).

El cierre de una válvula de este tipo determina una contrapresión (presión inversa) en el colector de escape, que hace que el motor de combustión interna realice un trabajo de bombeo adicional, que debe superarse aumentando la inyección de combustible y por tanto la temperatura del motor y de los gases de escape respectivos, que promueven el calentamiento del ATS.

25 Sumario de la invención

Es el objeto de la presente invención dar a conocer un sistema para promover el calentamiento del ATS, y más en general para mejorar la eficacia del ATS en cualquier condición operativa del motor/vehículo.

30 El principio subyacente de la presente invención es disponer una turbina de potencia de geometría variable en la línea de gases de escape, aguas abajo del ATS, es decir aguas abajo del DOC y de la SCR, para aumentar en promedio la contrapresión en la línea de escape, y por tanto mejorar la eficacia del ATS.

Se entiende que el ATS es único, lo que significa que no hay dispositivos de ATS aguas abajo de la turbina de potencia. Por tanto, la turbina de potencia se ajusta para garantizar una contrapresión apreciable en cualquier condición operativa del motor de combustión interna y por tanto no sólo a altas cargas y/o rpm.

35 Por tanto, la turbina se ajusta para reducir la velocidad de tránsito de los gases de escape a través del ATS según el principio de Espacio x Velocidad, y en lugar de disipar la energía contenida en los gases, esta se recupera mediante la turbina que la convierte en energía mecánica que puede aprovecharse de varias maneras. El hecho de disponerse aguas abajo del ATS y de ser del tipo de geometría variable permite variar, de manera controlable, el tiempo de permanencia de los gases dentro del ATS, con incrementos de presión superiores a 1 bar relativo, permitiendo tanto un calentamiento más rápido y, por consiguiente, una mejora de la eficacia del ATS, en la medida en que su tamaño
40 puede reducirse, siendo la eficacia igual.

Ventajosamente, la sección de efusión del distribuidor de turbina puede controlarse como una función de la temperatura de gas de escape.

La energía generada por la turbina de potencia puede entregarse al árbol de accionamiento o a un generador eléctrico con cualquier fin adicional.

45 Si la turbina de potencia se conecta de manera operativa a la transmisión, puede controlarse también como una función del par de torsión requerido del motor de combustión interna. Por tanto, según una variante preferida de la invención, se almacenan al menos dos mapas de control de turbina de potencia diferentes en una unidad de control de la propia turbina de potencia: un mapa de control se usa durante la etapa de calentamiento, es decir está destinado al calentamiento rápido del motor y el ATS, y otro mapa se usa en condiciones de régimen térmico, es decir cuando el ATS ha alcanzado la temperatura de activación de sus dispositivos de purificación. Preferiblemente,
50 un segundo mapa de control tal puede destinarse al consumo específico mínimo mediante el equilibrio cuidadoso de

la propia eficacia del motor y la recuperación de energía en la turbina de potencia.

La turbina de potencia, que es del tipo de geometría variable, puede controlarse para determinar una deceleración del flujo de gases que atraviesan el ATS también tras la etapa de calentamiento. Esto permite tratar los gases de escape de manera más eficaz, y por tanto poder reducir, siendo iguales las condiciones operativas de un sistema de turbohélice tradicional, la extensión de la superficie activa y por tanto el tamaño de alguno de los dispositivos de purificación que forman el ATS. Pero esto también afecta el tiempo de calentamiento porque los dispositivos de menor tamaño pueden calentarse con menos energía térmica, debido a la superficie de dispersión exterior menor y por la menor inercia térmica relacionada a la masa más pequeña que va a calentarse.

Según una variante preferida adicional de la invención, la turbina de potencia es del tipo de pala ajustable, y por tanto puede cambiar su sección de efusión pero también el ángulo de impacto del gas inyectado por las boquillas en la espiral con las palas de su impulsor. Preferiblemente, cuando la turbina es del tipo de pala ajustable, las palas pueden orientarse de modo que el ángulo de impacto del gas en las palas del impulsor ralentiza el movimiento rotacional del impulsor. Si la turbina está conectada al árbol de accionamiento, es evidente que el impulsor no puede invertir su dirección de movimiento porque está restringido al árbol de accionamiento, pero esto implica la transferencia del par de torsión de frenado al motor de combustión interna.

Por tanto, el motor de combustión interna debe superar el trabajo de bombeo proporcionado por la contrapresión generada por la turbina de potencia y también el trabajo negativo transferido por esta al árbol de accionamiento. Por tanto, gracias a esta variante preferida de la invención, el procedimiento de calentamiento es incluso más rápido.

Al final de la etapa de calentamiento, la turbina de potencia puede ajustarse para proporcionar un par de torsión negativo al motor de combustión interna durante la etapa de frenado de motor.

Según una variante adicional de la presente invención, al final de la etapa de calentamiento, la turbina de potencia también puede ajustarse como una función de la cantidad de disolución acuosa basada en urea que se inyecta en el ATS aguas arriba de la SCR, definiendo así un ciclo de Rankine abierto.

Viceversa, la inyección de disolución acuosa basada en urea puede controlarse de manera apropiada como una función del control llevado a cabo sobre la turbina de potencia. Efectivamente, la mejora de la eficacia del convertidor puede permitir la eliminación de los excesos de inyecciones de disolución acuosa con respecto a la estequiometría de reacción, inyecciones que son necesarias generalmente para aumentar la velocidad de conversión del convertidor en condiciones de temperatura operativas subóptimas. Esto reduce considerablemente la formación de depósitos de urea cristalina.

Según una preferida adicional de la invención, el ATS puede dotarse de un inyector de combustible secundario, es decir un inyector dispuesto sobre la línea de gases de escape, aguas arriba al menos del filtro de partículas, para inyectar combustible durante la regeneración del filtro de partículas. Según una variante preferida de la invención de este tipo, un inyector de este tipo puede usarse en cooperación con la turbina de potencia también durante otras condiciones operativas del sistema de propulsión, es decir para implementar un ciclo de Brayton, pudiendo por tanto aprovechar la línea de gases de escape del motor de combustión interna como parte activa de la generación de energía mecánica del vehículo. En otras palabras, la propia línea de escape puede controlarse para proporcionar una sobrecarga al sistema, y por tanto al vehículo. Según una variante preferida adicional de la invención, la turbina de potencia transfiere su trabajo mecánico directamente a las ruedas del vehículo, por tanto está conectado al tren de transmisión aguas abajo de la caja de engranajes.

En otras palabras, la turbina de potencia está conectada al árbol de accionamiento indirectamente, mediante el tren de transmisión, y en particular aguas abajo de la caja de engranajes, preferiblemente al árbol secundario de la caja de engranajes, que a menudo está provista de una disposición para una toma de potencia. Una conexión de este tipo puede realizarse, por ejemplo, mediante un engranaje apropiado o mediante un acoplamiento hidráulico tradicional.

Según una mejora de una variante preferida tal de la invención, la turbina de potencia está conectada de manera operativa al secundario de la caja de engranajes mediante una transmisión de relación variable continua, también conocida con el acrónimo CVT. La disposición sugerida particular implica ventajas en términos de energía y capacidad de control.

Según una variante preferida adicional de la invención, la turbina de potencia está asociada a un motor de generador eléctrico para convertir la respectiva energía mecánica en energía eléctrica, particularmente durante las etapas de calentamiento del ATS.

Es el objeto de la presente invención un sistema de turbohélice mejorado tal como se describe en la reivindicación 1.

Es también un objeto de la presente invención un método de control de la turbohélice mencionada anteriormente.

Un objeto adicional de la presente invención es un vehículo terrestre que implementa el sistema de turbohélice mencionado anteriormente.

Breve descripción de las figuras

Objetos y ventajas adicionales de la presente invención se harán aparentes a partir de la siguiente descripción detallada de una realización (y variantes) de la misma y a partir de los dibujos adjuntos previstos simplemente a modo de ejemplo no limitativo, en los que:

- 5 la figura 1 muestra un diagrama aproximado del sistema de turbohélice objeto de la presente invención,
- la figura 2 muestra un diagrama que muestra un ejemplo de variable dimensional de la SCR del diagrama en la figura 1, como una función de la contrapresión en la línea de escape,
- la figura 3 muestra un triángulo de velocidades de la turbina de potencia en la figura 1, en una condición operativa específica.
- 10 Los mismos números de referencia y letras en las figuras se refieren a los mismos elementos o componentes.

Descripción detallada de realizaciones

- 15 Según la figura 1, un motor E de combustión interna, por ejemplo un motor diesel, tiene un colector In de admisión y un colector Ex de escape. Una unidad TC turbocompresora define una primera etapa de sobrealimentación, posiblemente opcional, del motor de combustión interna con la primera turbina T dispuesta de manera operativa inmediatamente aguas abajo del colector de escape. El compresor C, guiado por la primera turbina T, aspira aire nuevo del entorno y lo comprime, mientras que un enfriador CAC intermedio enfría el aire comprimido antes de que entre en el colector In de admisión.

Puede implementarse un sistema EGR de recirculación de gas de escape.

- 20 Preferiblemente, es del tipo de “alta presión”, conocido en sí mismo, lo que significa que la recirculación se acciona derivando gases de escape aguas arriba de la primera turbina e introduciendo tales gases de escape en el colector In de admisión aguas abajo del compresor C.

Esto no significa que no pueda accionarse una circulación de baja presión, es decir derivando gases de escape aguas abajo de la turbina de compresor y aguas arriba de la turbohélice e introduciéndolos de nuevo en la línea de admisión aguas arriba del (de los) compresor(es).

- 25 Preferiblemente, el gas de escape recirculado se enfría de manera preventiva, por ejemplo mediante un enfriador EGR independiente.

Una segunda turbina PT, denominada turbina de potencia, se dispone en la línea IL de escape, aguas abajo de la primera turbina T, si está presente, según el flujo de gas de escape.

- 30 Según la presente invención, la turbina PT de potencia es del tipo de geometría variable y se dispone en la línea IL de gases de escape, aguas abajo del ATS, es decir aguas abajo del DOC y de la SCR. Preferiblemente, un filtro de partículas está dispuesto aguas abajo del DOC y aguas arriba de la SCR.

Medios de EJU están dispuestos inmediatamente aguas arriba de la SCR para inyectar una mezcla basada en urea para disminuir NOx en cooperación con la SCR.

- 35 La sección de efusión de la turbina de potencia puede controlarse como una función de la temperatura de los gases de escape para ralentizar la efusión de los gases de escape, mejorando por tanto el intercambio de calor con los dispositivos de purificación y para hacer una contrapresión en el motor de combustión interna, que promueve, tal como se describió anteriormente, el calentamiento del motor y del ATS en condiciones de calentamiento.

- 40 Preferiblemente, en condiciones de régimen térmico, es decir al final de la etapa de calentamiento de ATS, la turbina de potencia puede ajustarse como una función del par de torsión de accionamiento requerido al motor de combustión interna. En particular, la reducción de la sección de efusión de la turbina se hace directamente proporcional al par de torsión requerido al motor de combustión interna e inversamente proporcional a la temperatura de los gases de escape.

- 45 Según una variante preferida de la invención, se almacenan al menos dos mapas de control de turbina de potencia diferentes en una unidad de control de la misma: un mapa de control se usa durante la etapa de calentamiento y el otro se usa en condiciones de régimen térmico, es decir cuando el ATS ha alcanzado la temperatura de activación de sus dispositivos de purificación.

- 50 Según una variante preferida adicional de la invención, la turbina PT de potencia está conectada de manera operativa o bien directamente o bien indirectamente al árbol de accionamiento del motor de combustión interna y es del tipo de pala ajustable. Por tanto, una conexión de la turbina de potencia a la transmisión del vehículo significa una conexión al árbol de accionamiento o a cualquier otro elemento implicado en la transmisión de movimiento a las ruedas. En particular, la turbina de potencia puede cambiar su sección de efusión pero también el ángulo de impacto

del gas inyectado por las boquillas de la espiral con las palas de su impulsor. Preferiblemente, cuando el distribuidor de la turbina es del tipo de pala ajustable, sus palas pueden orientarse de modo que el ángulo de impacto del gas sobre las palas del impulsor ralentiza el movimiento rotacional del impulsor. Si la turbina está conectada al árbol de accionamiento, es evidente que el impulsor no puede invertir su dirección de movimiento porque está restringido al árbol del motor de combustión interna, pero esto implica la transferencia del par de torsión de frenado al motor de combustión interna.

La figura 3 muestra un ejemplo de un triángulo de velocidades aplicado a una turbina de potencia adaptada para proporcionar par de torsión de frenado al motor de combustión interna.

La figura 3 muestra un triángulo de velocidades de la turbina de potencia en la figura 1, en una condición operativa específica, en particular durante la generación de par de torsión de frenado. Sólo se muestran dos palas P1 y P2 móviles adyacentes y una pala P3 del impulsor. Debe observarse que las palas P1 y P2 móviles están orientadas para definir un ángulo α de salida de flujo de gas de escape, que en la figura se identifica mediante su vector V_p de velocidad absoluta. Un flujo de este tipo se encuentra con la pala P3 del impulsor, que a su vez tiene velocidad angular ω y periférica $V\omega$, según el vector V_p rel, resultante de la suma vectorial de los dos vectores V_p y $V\omega$. Una velocidad de este tipo hace que el impacto de flujo golpee contra las palas de la rueda de turbina, creando una resistencia aerodinámica y por tanto una extracción de par de torsión.

Por tanto, el motor de combustión interna debe superar el trabajo de bombeo proporcionado por la contrapresión generada por la turbina de potencia y también el trabajo negativo transferido por esta al árbol de accionamiento.

Según una variante preferida adicional de la presente invención, la turbina de potencia, al final de la etapa de calentamiento puede ajustarse para frenar el motor E en condiciones de freno de motor activado.

Cuando la condición de freno de motor está activa, el motor de combustión interna se acciona mediante la inercia del vehículo sin introducción del combustible. Por tanto, trabaja como una bomba volumétrica, que puede dotarse o no de sistemas de liberación de aire comprimido después de punto muerto superior, que empuja aire al colector de admisión al escape.

Es evidente que el aumento promedio de la presión inversa induce al motor E a extraer más energía mecánica y a empujar el aire hacia el colector de escape, frenando así el vehículo adicionalmente.

Según la presente invención, no sólo es posible elevar la presión inversa mediante la turbina de potencia sino que también es posible transferir el par de torsión negativo directamente al motor o al tren de transmisión del vehículo.

Según una variante preferida adicional de la presente invención, la turbina de potencia, al final de la etapa de calentamiento, también puede ajustarse como una función de la cantidad de disolución acuosa basada en urea que se inyecta en el ATS aguas arriba de la SCR. Efectivamente, una disolución acuosa tal se evapora completamente a alta temperatura y se convierte parcialmente en amoníaco, y por consiguiente aumenta el caudal másico y volumétrico del gas que impacta sobre la turbina de potencia.

La disolución acuosa basada en amoníaco experimenta las siguientes transformaciones:

- bombeo en el ATS aguas arriba de la SCR, mediante dicho inyector EJU,
- evaporación, debido a la temperatura de gas de escape,
- expansión a través de la turbina de potencia.

En otras palabras, es la secuencia de transformación de un circuito de Rankine (o Hirn) abierto, es decir sin recuperación de fluido mediante condensación.

Debe observarse que el flujo de disolución acuosa depende directamente de la cantidad de Nox que va a convertirse y eliminarse. Pero una cantidad tal es también proporcional a la eficacia de convertidor de SCR, que a su vez es proporcional a la temperatura y a la presión de gas en el mismo. Por tanto, también tras haber completado la etapa de calentamiento, el incremento de presión obtenido tras ajustar la sección de efusión de la turbina de potencia permite elevar la eficacia de purificación de SCR y por tanto permite, al mismo tiempo, reducir la cantidad de disolución basada en urea inyectada en el ATS y recuperar la energía de bombeo del motor de combustión interna como energía mecánica a la turbina de potencia.

Ventajosamente, el flujo de disolución acuosa inyectada puede aumentarse para obtener una sobrealimentación desde la turbina de potencia, y viceversa la contrapresión generada por la turbina de potencia puede aumentarse para reducir la cantidad de disolución acuosa inyectada. Por tanto, el control de turbina de potencia en condiciones de régimen térmico está estrechamente relacionado con la inyección de disolución acuosa basada en urea.

Se conoce la práctica de inyectar combustible, o bien como pos-inyecciones o mediante un inyector EJP específico alojado directamente en la línea IL de gas de escape aguas arriba del DPF, para regenerar el filtro de partículas DPF.

Según una variante preferida adicional de la invención, la turbina de potencia puede controlarse en condiciones de régimen térmico mediante el sistema de propulsión, en combinación con la inyección de combustible adicional, no para regenerar el DPF sino para obtener energía mecánica adicional desde la turbina de potencia. La parte de gas de escape relacionada con el combustible inyectado mediante pos-inyección evoluciona según un ciclo de transformación que comprende:

- una compresión a presión superior a la presión ambiental (presión inversa),
- un calentamiento (oxidación de combustible pos-inyectados) a presión constante, y
- una expansión mediante la turbina de potencia.

Es sustancialmente un ciclo de Brayton de trabajo positivo, que no sólo permite obtener energía mecánica adicional sobre la turbina de potencia sino que también permite mejorar la eficacia de DOC + DPF porque las reacciones se desencadenan más fácilmente a temperaturas inferiores a medida que aumenta la contrapresión.

Como mucho, los procedimientos de regeneración forzada del DPF se eliminan/reducen porque las reacciones naturales se facilitan en gran medida. Además, si el vehículo está dotado de EGR, el aumento de presión promedio en la línea de escape facilita la recirculación de gas de escape.

Los efectos de tanto la expansión de amoníaco como la combustión de combustible inyectado mediante o bien pos-inyecciones o bien un inyector específico dispuesto aguas arriba del filtro de partículas pueden apreciarse sobre todo en combinación con una turbina de potencia de geometría variable, que eleva la presión promedio en la línea de escape por toda la curva de uso del motor, aumentando por tanto la relación de compresión a la que evolucionan las dos fracciones gaseosas anteriores. Ventajosamente, la eficacia de los ciclos tanto de Rankine como de Brayton aumenta con la relación entre las presiones máxima y mínima a las que evoluciona el fluido respectivo.

El aumento de la eficacia relacionada al aprovechamiento de estos dos efectos se hace descartable en promedio sin la posibilidad de controlar tal relación de presiones mediante el ajuste de la geometría de turbina de potencia.

Además, la energía mecánica recuperada contribuye a mejorar la eficacia del sistema al contrario que las aletas dispuestas en la línea de escape y/o en la línea de admisión del motor E de combustión interna.

Ventajosamente, el hecho de funcionar a presiones que son superiores en promedio que las conocidas, es decir a valores de presión del orden de 1-2 bar relativos, permite usar una turbina centrípeta similar a las turbinas del conjunto T, C de turbocompresor, en lugar de turbinas axiales que tienen un grado de reacción cercano a cero (turbina de impulsión) como turbina de potencia. Por tanto, la presente invención no sólo permite reducir el tiempo de calentamiento de ATS sino que también permite reducir el tamaño de los propios componentes de purificación de ATS, y permite aprovechar la elevación de presión a lo largo de la línea de escape de manera positiva recuperando la energía mecánica que puede convertirse en energía eléctrica, conectando la turbina de potencia a un generador eléctrico o puede entregarse a la transmisión G1 del vehículo.

Figura 2 muestra un diagrama, que muestra un ejemplo de reducción en tamaño de la SCR como una función de la contrapresión en la línea de escape. Es evidente que el tamaño de la SCR puede reducirse a la mitad con una contrapresión de 1,5 bar relativos (es decir con respecto a la presión atmosférica).

Según una realización preferida de la presente invención, la turbina de potencia está conectada a la transmisión aguas abajo de la transmisión. Preferiblemente, está conectada al árbol secundario de la caja de engranajes G1, preferiblemente mediante una toma G1 de potencia, generalmente disponible en las cajas de engranajes de vehículos pesados.

Ventajosamente, desde el punto de vista de energía, la conexión a un elemento de la cadena energética muy cerca de las ruedas del vehículo, y por tanto no sometido a las vibraciones de torsión que son específicas del árbol de accionamiento, permite eliminar el acoplamiento del amortiguador hidráulico, normalmente usado para las turbinas de potencia de sistemas de turbohélice. Efectivamente, un acoplamiento tal implica una pérdida de energía igual al menos al 15% de la recuperada por la rueda de la turbina de potencia.

Según la presente invención, la turbina PR de potencia está conectada a la caja de engranajes o bien mediante engranajes o bien mediante un acoplamiento hidráulico tradicional.

Preferiblemente, la turbina de potencia está conectada de manera operativa al secundario de la caja de engranajes mediante una transmisión CVT de relación variable continua.

La sustitución de un acoplamiento hidráulico tradicional con una CVT, dada una pequeña pérdida de eficacia de transmisión (del 4-5% con respecto a una cascada de engranajes), permite sin embargo mantener la velocidad periférica de la turbina de potencia siempre en el intervalo U/C óptimo, es decir la velocidad U de efusión del gas dividida por la velocidad C periférica del impulsor, del cual depende la eficacia de dinámica de fluido de la propia turbina.

Por tanto, la turbina de potencia siempre puede mantenerse en la velocidad operativa a la que expresa la mejor eficacia mediante una CVT. Esto permite una recuperación termodinámica excelente aguas abajo del ATS.

- 5 Además de mejorar la eficacia de recuperación, esto tiene el efecto de desacoplar la gestión de geometría variable de la turbina de potencia de la velocidad de rotación de la turbina de potencia sin penalización. Por tanto, los procedimientos de gestión de turbina anteriores durante la etapa de calentamiento o etapa de régimen térmico, para minimizar el consumo específico de combustible o para aumentar la potencia disponible en las ruedas, pueden ponerse en práctica manteniendo la turbina de potencia en condiciones de máxima eficacia.

La variante que incluye la conexión de la turbina de potencia al tren de transmisión es sinérgica con el hecho de haber dispuesto la turbina de potencia aguas abajo del ATS.

- 10 El ATS es particularmente grande, por tanto la turbina de potencia está lejos del motor. Por tanto, gracias a una realización preferida de la presente invención es fácil conectar la turbina de potencia directamente sobre la caja de engranajes.

- 15 Además, implica la ventaja adicional de proporcionar par de torsión a las ruedas también al cambiar, es decir, cuando el árbol de accionamiento se desconecta de la caja de engranajes mediante el embrague, pudiendo por tanto implementar cajas de engranajes automáticas o de embrague doble, habitualmente empleadas para evitar que el vehículo se ralentice al cambiar. Debe observarse que todas las deceleraciones deben entonces recuperarse quemando combustible adicional, y que cambiar en un vehículo pesado puede incluso tardar unos segundos.

Preferiblemente, el árbol G2 secundario de la transmisión está además conectado a las ruedas motrices del vehículo, por ejemplo mediante un diferencial D.

- 20 Es por tanto ventajoso al cambiar:

- controlar el motor de combustión interna para aumentar el caudal de gas de escape y la temperatura, y/o
- aumentar la inyección de disolución acuosa basada en urea, y/o
- realizar pos-inyecciones de combustible para aprovecharse del ciclo Bryton mencionado anteriormente.

- 25 También es ventajoso ajustar la turbina de potencia para aumentar la recuperación de energía mecánica con un aumento evidente de la contrapresión.

Si el motor de combustión se controla mediante la ECU para encontrar un equilibrio dinámico a una carga superior debido a la contrapresión generada, el efecto de la turbina de potencia se amplifica, pudiendo por tanto suministrar el par de torsión necesario para mantener a una velocidad constante el vehículo mientras que el embrague se desconecta y la caja de engranajes está cambiando.

- 30 Un control de este tipo es bastante fácil de lograr si la caja de engranajes es automática o automatizada, siendo posible predecir el cambio con suficiente antelación y por tanto siendo posible controlar la alimentación de combustible al motor de combustión interna en consecuencia.

Por tanto, según la presente invención, durante la etapa de calentamiento del ATS, la turbina de potencia se controla para aumentar la contrapresión en el colector de escape de motor.

- 35 Si la turbina de potencia es del tipo de pala ajustable pala y el eje de la turbina de potencia está conectado al árbol de accionamiento, las palas pueden orientarse de modo que el eje de la turbina transfiere un par de torsión negativo al motor de combustión interna durante la etapa de calentamiento.

- 40 Por tanto, la turbina de potencia se controla como una función de la temperatura de gas de escape y, de manera secundaria, como una función de la potencia solicitada del motor de combustión interna. Las operaciones de control anteriores pueden implementarse ventajosamente en una unidad ECU de procesamiento mediante un programa informático que comprende medios de codificación para implementar una o más etapas del método cuando este programa se ejecuta en un ordenador. Por tanto, el alcance de protección está destinado a extenderse a dicho programa informático y también a medios legibles por ordenador que comprenden un mensaje grabado, comprendiendo dichos medios legibles por ordenador medios de codificación de programa para implementar una o
- 45 más etapas del método, cuando dicho programa se ejecuta en un ordenador.

A partir de la descripción anterior, un experto en la técnica podrá implementar el objeto de la invención sin introducir detalles de construcción adicionales.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de turbohélice mejorado, comprendiendo el sistema

- un motor (E) de combustión interna que tiene un colector (Ex) de escape y una línea (IL) de escape conectada a y adyacente con el colector de escape,

5 - un único sistema (ATS) de purificación de gas de escape dispuesto en dicha línea (IL) de escape,

- una turbina (PT) de potencia, dispuesta en la línea (IL) de escape aguas abajo de dicho único sistema (ATS) de purificación,

en el que la turbina (PT) de potencia tiene una geometría variable, controlada por medios (ECU) de procesamiento, para aumentar una contrapresión promedio en la línea (IL) de escape, en el que dicho sistema de purificación comprende una SCR y primeros medios (EJU) para inyectar una disolución acuosa basada en urea controlados por dichos medios (ECU) de procesamiento y caracterizado porque dichos medios (ECU) de procesamiento están adaptados para controlar dicha turbina de potencia y dichos primeros medios (EJU) de inyección para minimizar una energía mecánica recuperada por la turbina de potencia, aumentando al mismo tiempo una contrapresión en la línea (IL) de escape y un caudal de disolución acuosa basada en urea, para aprovecharse de un ciclo de Rankine abierto.

2. Sistema según la reivindicación 1, en el que dicha línea (IL) de escape comprende un filtro de partículas (DPF) y segundos medios (EJF) para inyectar combustible en la línea de escape, aguas arriba de dicho filtro de partículas, controlados por dichos medios (ECU) de procesamiento y en el que dichos medios (ECU) de procesamiento están adaptados para controlar dicha turbina de potencia y dichos segundos medios (EJF) de inyección para maximizar una energía mecánica recuperada por la turbina de potencia, aumentando al mismo tiempo la contrapresión en la línea (IL) de escape y un caudal de combustible inyectado, para aprovecharse de un ciclo de Bryton abierto.

3. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho motor (E) de combustión interna está dotado además de un colector de admisión y de una unidad (T, C) de turbocompresor que tiene una primera turbina (T) dispuesta aguas abajo del colector (Ex) de escape y aguas arriba de dicho sistema (ATS) de purificación.

4. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho motor (E) de combustión interna está además dotado de medios EGR y en el que dichos medios (ECU) de procesamiento están adaptados para controlar dicha geometría variable de dicha turbina de potencia para facilitar una recirculación de gas de escape.

5. Sistema según la reivindicación 4, en el que dichos medios EGR son de tipo de alta presión y/o baja presión.

6. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha turbina de potencia está conectada de manera operativa a un generador eléctrico para generar energía eléctrica o en el que dicha turbina de potencia está conectada de manera operativa a la transmisión de vehículo.

7. Sistema según la reivindicación 6, en el que dicho motor (E) de combustión interna comprende una caja (G) de engranajes y en el que la turbina de potencia está conectada de manera operativa aguas abajo de la caja de engranajes, preferiblemente a un árbol propulsor secundario de la caja (G1) de engranajes.

8. Sistema según la reivindicación 7, en el que dicha caja (G) de engranajes comprende una toma (G2) de potencia y en el que dicha turbina de potencia está conectada de manera operativa al árbol propulsor secundario de la caja (G1) de engranajes mediante dicha toma (G2) de potencia.

9. Sistema según una de las reivindicaciones 7 u 8, en el que dicha turbina de potencia está conectada de manera operativa al árbol propulsor secundario de la caja (G1) de engranajes mediante engranajes apropiados o mediante una caja de engranajes CVT controlada por dichos medios (ECU) de procesamiento.

10. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 7-9, en el que el distribuidor de dicha turbina de potencia tiene palas ajustables y en el que las palas pueden ajustarse de modo que un ángulo de impacto del gas de escape sobre las palas de turbina es tal que ralentiza el movimiento rotacional del impulsor, transfiriendo un par de torsión de frenado a la transmisión de vehículo.

11. Sistema según la reivindicación 10, en el que dichos medios de procesamiento están adaptados para controlar la orientación de pala de modo que la turbina de potencia puede generar un par de torsión negativo durante el calentamiento del sistema (ATS) de purificación y/o en condiciones de frenado de motor.

12. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 7-11, en el que dichos medios (ECU) de procesamiento están adaptados para controlar dicha turbina de potencia para aumentar o maximizar una energía mecánica recuperada por la turbina de potencia y transferida a la transmisión de vehículo durante un cambio de engranaje.

13. Sistema según la reivindicación 12, en el que dichos medios (ECU) de procesamiento están adaptados para hacer que el motor de combustión interna encuentre un equilibrio dinámico a una carga superior debido a una

contrapresión generada por la turbina de potencia, amplificando la contribución de la turbina de potencia durante el cambio de engranaje.

5 14. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores de la 9 a la 13, en el que dicha turbina de potencia está conectada de manera operativa al árbol secundario de la caja (G1) de engranajes mediante una caja de engranajes CVT controlada por dichos medios (ECU) de procesamiento, dichos medios de procesamiento están adaptados para controlar dicha caja de engranajes CVT de modo que la velocidad de rotación de la turbina de potencia es tal que su eficacia es óptima.

15. Método de control de un sistema de turbohélice mejorado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende la etapa de ajustar dicha geometría variable de la turbina de potencia:

- 10 - durante una etapa de calentamiento del ATS, para hacer el propio procedimiento más rápido y/o
- durante una condición térmica de estado estacionario del sistema (ATS) de purificación, para minimizar la inyección de disolución acuosa basada en urea y/o
- durante una condición térmica de estado estacionario del sistema (ATS) de purificación, para facilitar la recirculación de gas de escape EGR y/o
- 15 - durante una condición térmica de estado estacionario del sistema (ATS) de purificación, para recuperar una energía mecánica predefinida mediante la turbina de potencia y/o
- durante una condición de frenado de motor, para aumentar el trabajo de bombeo del motor de combustión interna.

20 16. Método según la reivindicación 15, en el que cuando la turbina de potencia tiene palas ajustables, y está conectada de manera operativa a la transmisión de vehículo, el método de control comprende una etapa de ajustar una orientación de las palas de modo que la turbina de potencia genera y transfiere par de torsión de frenado a la transmisión de vehículo durante el calentamiento del sistema (ATS) de purificación y/o en la operación de frenado de motor.

17. Método según la reivindicación 16, en el que si el sistema de turbohélice comprende segundos medios (EJF) de inyección de combustible, dichos medios (ECU) de procesamiento están adaptados para

- 25 - ordenar al menos una inyección de combustible, y
- reducir una sección de efusión de la turbina (PT) de potencia en consecuencia,
- para aumentar una potencia mecánica recuperada por la turbina (PT) de potencia.

30 18. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de turbohélice comprende primeros medios (EJU) para inyectar una disolución acuosa basada en urea dispuestos en dicha línea (IL) de escape aguas arriba de dicho ATS y controlados por dichos medios de procesamiento, entonces dichos medios de procesamiento están adaptados para

- ordenar al menos una variación de inyección de una disolución acuosa basada en urea, y
- reducir una sección de efusión de la turbina (PT) de potencia en consecuencia,
- para aumentar una potencia mecánica recuperada por la turbina (PT) de potencia.

35 19. Vehículo terrestre que comprende un sistema de turbohélice mejorado según una cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 14.

20. Programa informático que comprende medios de código informático adaptados para realizar las etapas de cualquier reivindicación de la 15 a la 18, cuando tal programa se ejecuta en un ordenador.

40 21. Medios legibles por ordenador que comprenden un programa grabado, comprendiendo dichos medios legibles por ordenador medios de código informático adaptados para realizar las etapas según las reivindicaciones de la 15 a la 18, cuando dicho programa se ejecuta en un ordenador.

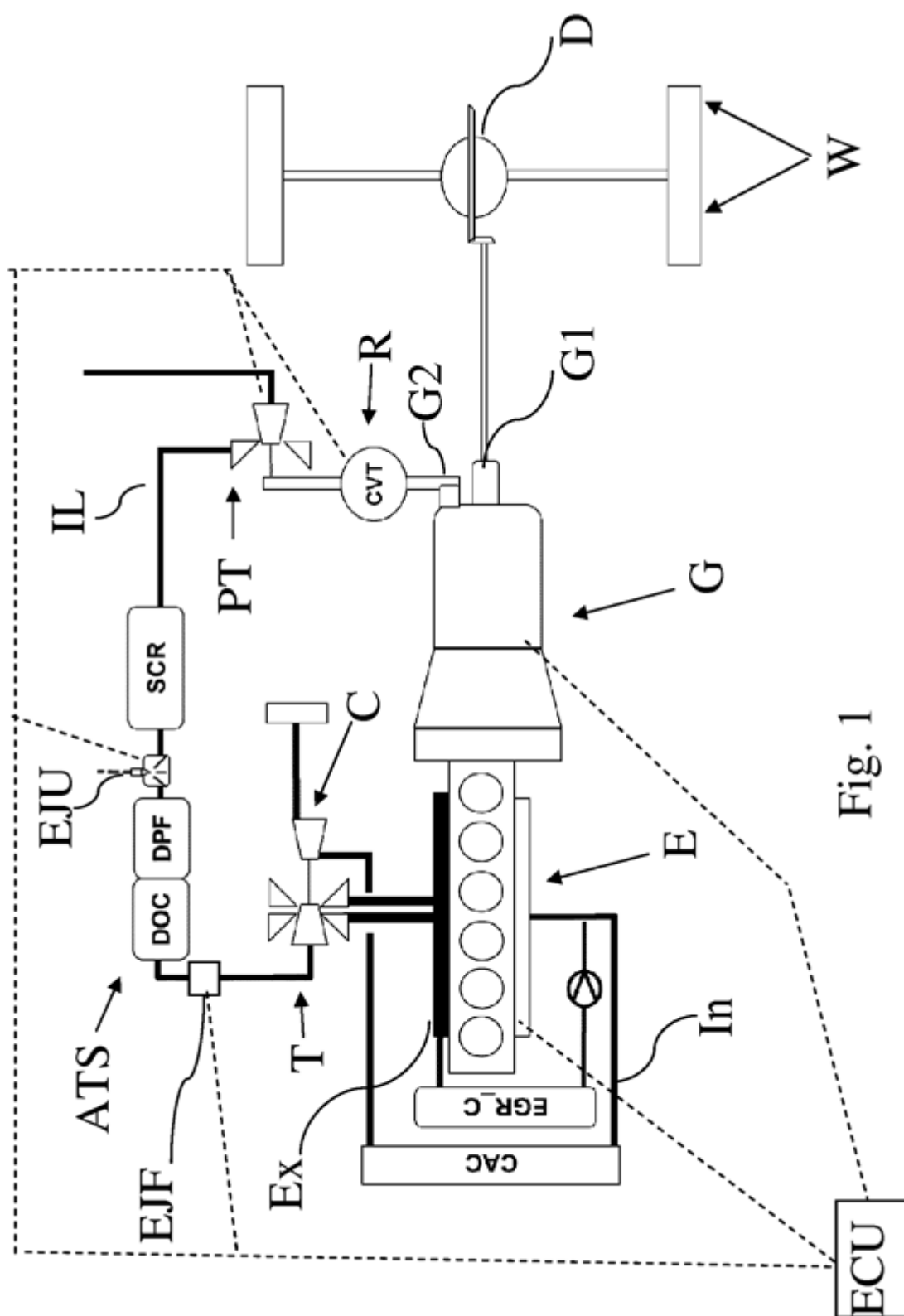


Fig. 1

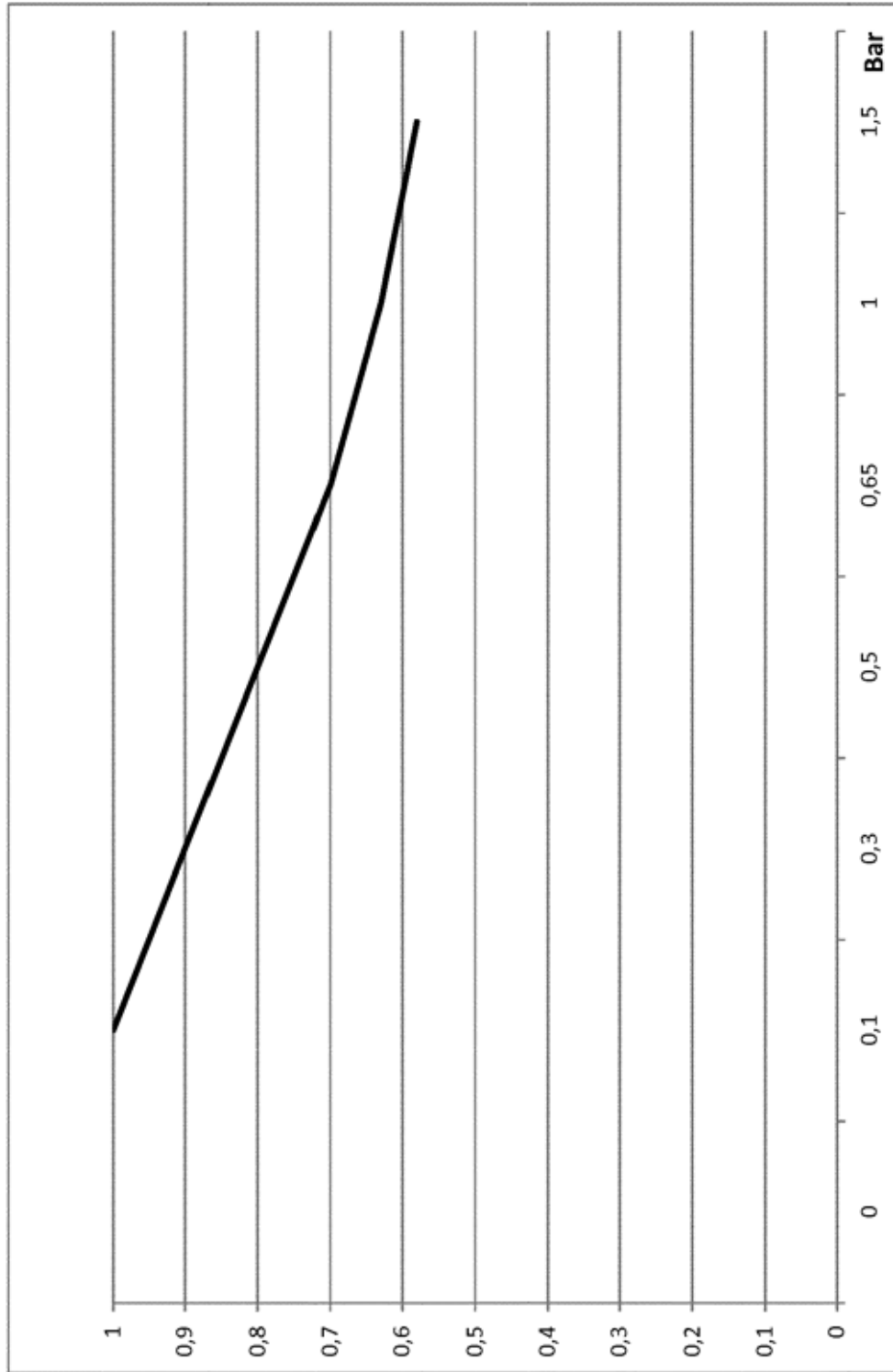


Fig. 2

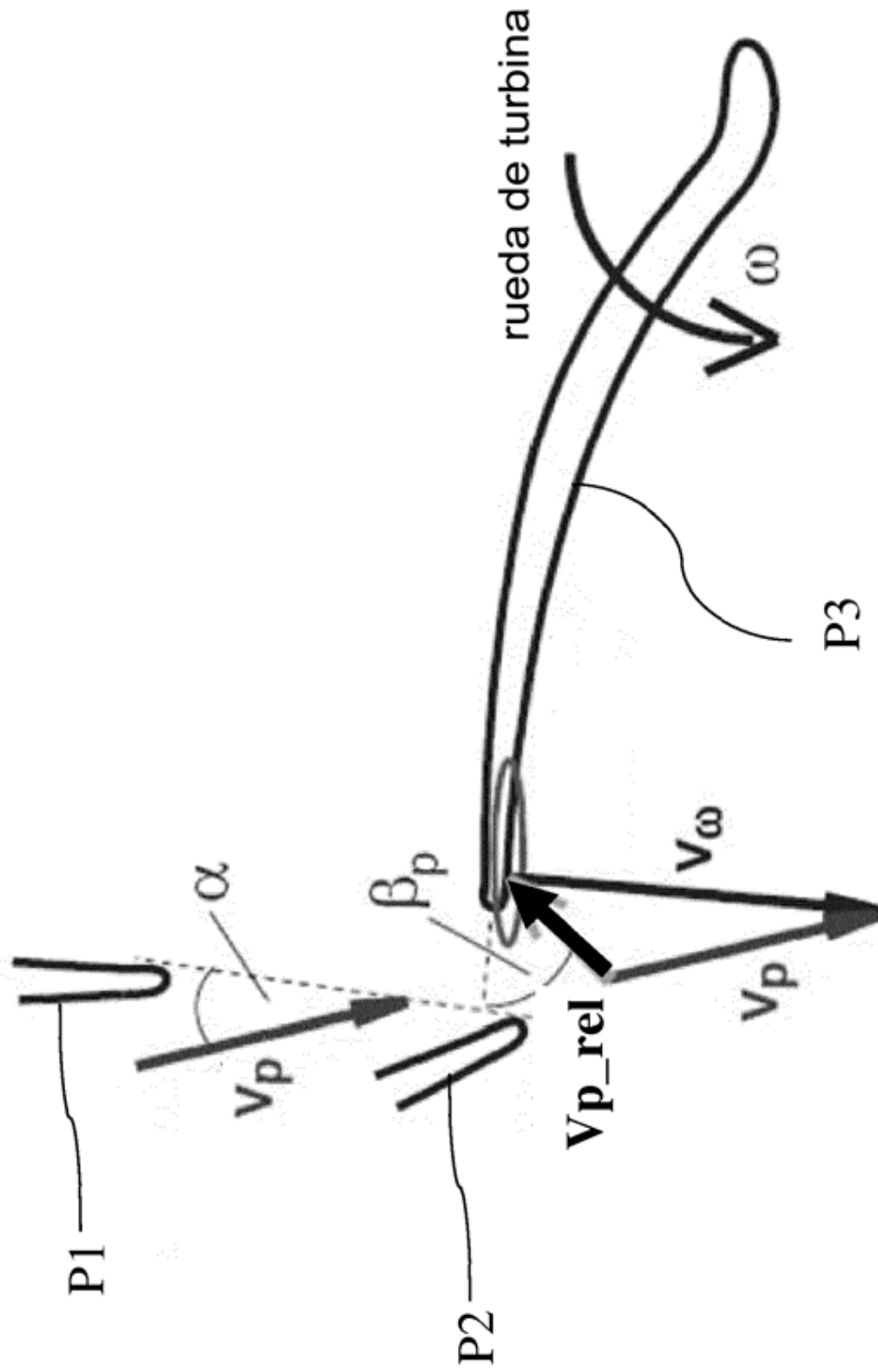


Fig. 3