

# TURBINA DE FLUJO CRUZADO CON ÁLABES AJUSTABLES

## CAMPO DE LA INVENCION

- 5 La invención se relaciona con equipos para la conversión de energía potencial en energía mecánica, en particular con turbinas de flujo cruzado con eficiencia mejorada.

## ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 10 Dentro de los sistemas de producción de energía las turbinas son elementos esenciales que permiten la transformación de la energía potencial y cinética de un fluido en energía mecánica de rotación, que a su vez permite accionar un equipo, entre los cuales se destacan los generadores eléctricos, bombas y máquinas para la formación de materias primas. Si bien existen distintos tipos de turbinas involucradas en estos procesos, para
- 15 operaciones pequeñas las turbinas de flujo cruzado, también conocidas como Michell Banki, son una alternativa importante ya que requieren una construcción sencilla, son económicas, y permiten una eficiencia relativamente alta en la producción de energía eléctrica. Esto hace que las turbinas de flujo cruzado sean particularmente relevantes para países en desarrollo ya que se constituyen en una herramienta para suplir la demanda en
- 20 zonas no interconectadas con bajos costos de instalación y mantenimiento.

- Diversos estudios han mostrado que el diseño geométrico de una turbina de flujo cruzado es esencial para la maximización de su eficiencia, y por ejemplo el radio de curvatura del inyector, el ángulo de ataque, elevación y distancia horizontal del inyector, el número y
- 25 orientación de los álabes, y la relación entre el diámetro exterior e interior del rodete tienen un efecto significativo en el desempeño de la turbina (ver por ejemplo Y. C. Ceballos et al., *International Journal Of Renewable Energy Research*, Vol.7, No.4, 2017, 1989-1997 y Romero, F, et al, *Revista UIS Ingenierías*, Vol. 20, n° 1, pp. 23-46, 202).
- Adicionalmente, parámetros operacionales pueden también tener influencia en la
- 30 eficiencia de las turbinas de flujo cruzado, como por ejemplo la relación entre la velocidad periférica del rotor y la velocidad absoluta del fluido, y el caudal que ingresa a través del inyector regulado por el álabe directriz que este presenta en algunas configuraciones.

- De esta forma, el caudal puede tener una influencia en la eficiencia final de las turbinas de
- 35 flujo cruzado. Durante la operación normal de la turbina se pueden dar cambios de caudal repentinos que disminuirían la eficiencia por periodos prolongados de tiempo.

Existe entonces la necesidad de una turbina de flujo cruzado que mantenga su eficiencia aún ante cambios de caudal, sin requerir detener la operación de la turbina para realizar ajustes.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

La presente invención responde a esta necesidad al proporcionar una turbina de flujo cruzado con álabes ajustables. De manera ventajosa la turbina del presente desarrollo incluye un sistema de accionamiento conectado a un primer elemento de soporte, y un actuador, el cual se encuentra cooperantemente conectado al primer elemento de soporte. El actuador está dispuesto sobre el eje del rotor y está diseñado de tal forma que su movimiento genera un movimiento en el elemento de soporte que se transmite al sistema de accionamiento y produce una modificación en la orientación de los álabes.

De manera ventajosa, en la turbina de flujo cruzado de acuerdo con la invención el ajuste de la orientación de los álabes puede realizarse sin necesidad de detener el rotor, ya que el actuador, el elemento de soporte, el sistema de accionamiento y los álabes giran de manera solidaria lo que permite la operación continua de la turbina, maximizando su eficiencia en todo el tiempo de operación.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

La Figura 1 muestra una turbina de flujo cruzado de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 2 muestra una modalidad de la turbina de flujo cruzado según otra realización de la invención, en la cual el sistema de accionamiento cuenta con un segundo elemento de soporte proximal al primer elemento de soporte.

La Figura 3 es un esquema del funcionamiento del actuador y el movimiento del elemento de soporte en una realización de la turbina de flujo cruzado de la invención.

La Figura 4 muestra en detalle la modificación de orientación de los álabes en una turbina de flujo cruzado de acuerdo con una modalidad la presente invención.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Como se indicó anteriormente, de manera ventajosa la presente invención se relaciona con una turbina de flujo cruzado que permite variar la orientación de los álabes durante la operación, por ejemplo, en respuesta a una variación del caudal, manteniendo de esta forma la eficiencia máxima de la turbina.

Tal como lo muestran las Figuras 1 y 2, se revela aquí una turbina de flujo cruzado (1) la cual comprende un rotor y álabes (2) dispuestos radialmente sobre dicho rotor, dicha turbina además comprende un sistema de accionamiento (3) conectado a un primer elemento de soporte (4) y a los álabes (2), y un actuador (5) cooperativamente conectado al elemento de soporte (4).

De acuerdo con la invención, el actuador (5) está dispuesto sobre el eje del rotor y su conexión con el primer elemento de soporte (4) está diseñada de tal forma que un movimiento del actuador (5) produce un movimiento del primer elemento de soporte (4), siendo este movimiento transmitido al sistema de accionamiento (3), modificando de esta forma la orientación de los álabes (2).

Tal como lo evidencia la Figura 1, en una realización preferida de la invención el primer elemento de soporte (4) es un disco, que comprende una abertura central en donde se dispone y se conecta el actuador (5). En esta realización, el actuador (5) comprende una ranura guía (6) sobre su superficie que se extiende longitudinalmente, la cual permite la conexión cooperativa con el primer elemento de soporte (4). De acuerdo con esta realización, y como se evidencia en la Figura 3, un movimiento lineal del actuador (5) se traduce en una rotación del disco que constituye el primer elemento de soporte (4). Esta rotación puede ser horaria o antihoraria dependiendo del sentido de desplazamiento del actuador (5). Este giro del primer elemento de soporte (4) imprime un movimiento plano (traslación y rotación) del sistema de accionamiento (3), lo que conduce a la variación de la orientación de los álabes (2).

En una realización de la invención, la ranura guía (6) es una ranura helicoidal la cual, debido a su geometría de avance, permite al eje del rotor tener un movimiento lineal respecto a la rotación del primer elemento de soporte (4).

Según se muestra en las Figuras 1 y 3 en una realización preferida de la invención el sistema de accionamiento (3) comprende brazos articulados (7) distribuidos diametralmente sobre el primer elemento de soporte (4) y pivotados en uno de sus extremos a la periferia de dicho elemento de soporte. Los brazos (7) se unen en uno de

sus extremos a los álabes (2) de manera solidaria, lo que produce la variación de la orientación de los álabes (2). Tal como se evidencia en la Figura 4, la variación de la orientación de los álabes (2) se da particularmente en el ángulo  $\beta$ , por ejemplo, del ángulo A al ángulo B con lo que se puede modificar el área de entrada del rotor establecida entre los álabes (2) según la variación del caudal, manteniendo la eficiencia máxima de la turbina.

Por otro lado, y como se ilustra en la Figura 2, en otra realización de la invención el sistema de accionamiento (3) comprende un segundo elemento de soporte (8) proximal y paralelo al primer elemento de soporte (4). Dicho segundo elemento de soporte (8) comprende una o más perforaciones pasantes (9) localizadas proximal a la periferia de dicho segundo elemento de soporte (8), y una serie de vástagos guía (10) y vástagos de soporte (11). Los vástagos guía (10) están localizados en el centro de la sección transversal de los álabes (2) y los vástagos de soporte (11) se encuentran ubicados distalmente al primer vástago guía (10) pero en la misma sección transversal.

Haciendo referencia al plano de detalle de la Figura 2, se evidencia que, de acuerdo con esta realización, los vástagos guía (10) del sistema de accionamiento (3) se conectan a los álabes (2) y a las perforaciones (12) del primer elemento de soporte (4), pasando por las perforaciones pasantes (9) del segundo elemento de soporte (8). El vástago de soporte (11) conecta los álabes (2) con el segundo elemento de soporte (8).

En una modalidad preferida de la invención, las perforaciones pasantes (9) del segundo elemento de soporte (8) son ranuras de diferente geometría que permiten a los vástagos guía (10) moverse de acuerdo con esa geometría permitiendo que los álabes (2) puedan rotar sobre los vástagos de soporte (11).

En esta modalidad, un movimiento del actuador (5) produce un desplazamiento del primer elemento de soporte (4) que hace que los vástagos guía (10) produzcan una inclinación de los álabes (2), los cuales pivotan sobre los vástagos de soporte (11) que se encuentran unidos al segundo elemento de soporte (8).

De manera ventajosa en la turbina de la presente invención el sistema de accionamiento (3), el primer elemento de soporte (4), el actuador (5) y los álabes (2) giran de manera solidaria, es decir, a las mismas revoluciones. Esto permite variar la orientación de los álabes sin necesidad de detener el rotor, brindando un funcionamiento continuo de la turbina con máxima eficiencia.

En una realización la turbina de la invención incluye un rodamiento de carga axial entre el actuador (5) y el sistema de accionamiento (3) que le imprime su movimiento lineal.

5 En una modalidad de la invención, se cuenta con un sensor de flujo que permite identificar las variaciones de caudal y el actuador (5) está conectado a un servomotor que realiza el movimiento de dicho actuador para ajustar la orientación de los álabes según el caudal.

De acuerdo con otras modalidades, se identifican variaciones de potencia eléctrica generada por la turbina y se realiza el movimiento del actuador (5) según la potencia de  
10 generación.

Si bien se han descrito realizaciones preferidas de la presente invención se entiende que variaciones de estas realizaciones están cubiertas por el alcance de la reclamación.

15

JBE\JBE\ID-901469\WPC21675