

REDUCCIÓN DE EMISIONES SONORAS EN ROTOR EÓLICO

C Wild Cañon⁽¹⁾, A. Zappa⁽¹⁾, M. Amadio⁽¹⁾

labeolica@inti.gob.ar

⁽¹⁾Departamento de Energías Renovables, SORPAT- INTI

Palabras Clave: Aerogenerador; Emisiones Sonoras; Perfil aerodinámico; Ruido; Capa límite; Vórtices

INTRODUCCIÓN

A raíz de la percepción del ruido emitido por un de un aerogenerador de baja potencia instalado en el Laboratorio de Energía Eólica en la Ciudad de Cutral Co, se procedió a buscar información relativa a la generación de ruido en perfiles aerodinámicos.

Dentro de la bibliografía relevada, en el artículo [1], se presentan modelos que buscan representar los mecanismos mediante los cuales se genera el ruido. Habiendo caracterizado al equipo mediante el ensayo de emisiones sonoras según IEC61400-11, se identificaron las regiones del espectro en frecuencia y velocidad de viento en las cuales el aerogenerador generaba ruido en forma perceptible. Vinculando esta información con los modelos teóricos, se seleccionaron los mecanismos que tendrían influencia en la generación de ruido.

Finalmente se realizaron las modificaciones en el perfil para reducir las emisiones sonoras.

OBJETIVOS

En la presente asistencia técnica se buscó identificar las fuentes de generación de emisiones sonoras, lo cual permitirá incorporar mejoras en el perfil aerodinámico y lograr una reducción de las mismas.

DESARROLLO

A- Identificación de los mecanismos de generación de ruido

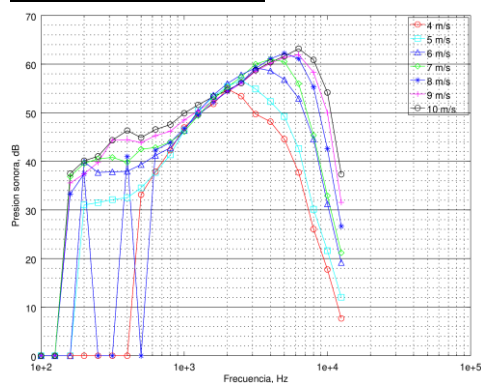


Figura 1: Medición de ruido del aerogenerador (Ruido total-ruido de fondo).

Mediante el ensayo de emisiones sonoras se obtuvo una línea de base que sirvió de comparación para las propuestas de mejora. La figura 1 representa el ruido para cada velocidad de viento y frecuencia.

En el trabajo de referencia [1] se presentan los mecanismos de autogeneración de ruido, los cuales se esquematizan en la figura 2.

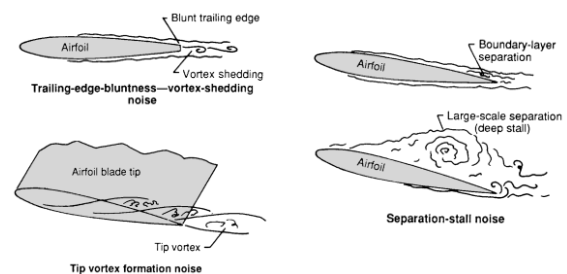


Figura 2: Mecanismos de autogeneración de ruido [1] Mediante la implementación de los modelos propuestos, se identificó que posiblemente hubiera tres tipos de mecanismo de autogeneración de ruido presentes.

Dichos mecanismos son:

- El generado por la capa límite laminar que se desarrolla sobre el intradós de la pala para bajos números de Reynolds.
- El ruido producido por el espesor del borde de fuga.
- El ruido causado por la punta de pala.

La figura 3 presenta la suma de los efectos de estos mecanismos de autogeneración.

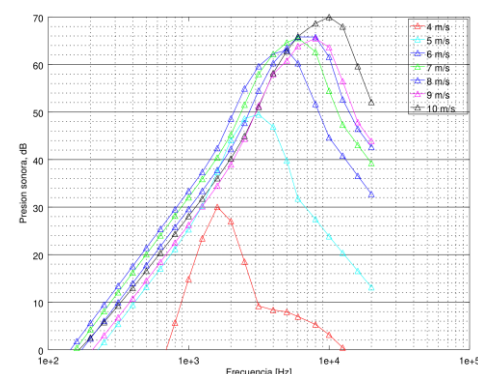


Figura 3: Sonido total modelado.

B- Propuestas de reducción del ruido autogenerado

Para conocer el efecto de cada uno de los mecanismos sobre el ruido total se aplicaron por separado aditamentos a las palas. Se midió el espectro de sonido y se lo comparó con la medición ya realizada al equipo, de modo de poder conocer como las distintas modificaciones afectan al ruido total. Además, se midió la potencia eléctrica generada con el fin de saber si los aditamentos afectan la capacidad de generación del equipo.



Figura 4: aditamentos para provocar una capa límite turbulenta y reducción de espesor de borde de fuga.

Reducción del ruido producido por la capa límite laminar: La atenuación de este tipo de ruido se logra volviendo turbulenta la capa límite laminar, lo cual se implementó agregando obstáculos en el paso del aire a través de la pala. Para esto se utilizó papel de lija para tener control sobre el tamaño de los obstáculos. Se colocaron bandas de 12 mm de ancho de lija N° 60 a un 20 % de la cuerda desde el borde de ataque. Se probaron varias configuraciones agregando bandas hacia la raíz y hacia la punta de la pala. Finalmente se seleccionó una configuración de bandas que lograba la máxima atenuación.

Reducción del ruido producido por el borde de fuga.

Para disminuir este tipo de ruido se tiene que lograr que el espesor del borde de fuga sea más pequeño que el espesor de la capa límite en este punto, evitando que se produzcan los vórtices causantes del ruido. La disminución del espesor se realizó pegando tres tiras de polipropileno de espesor 0.4 mm, largo de 300 mm; dos de estas tiras tienen un ancho de 5 mm y la otra de 10 mm. Se probó una sola configuración ya que se percibió una reducción de ruido apreciable

Reducción del ruido producido por la punta de la pala.

Para reducir el ruido generado mediante este mecanismo, se busca evitar la formación del vórtice en la punta de la pala producido por la diferencia de presión entre el intradós y el extradós. Si bien se realizó esta prueba, la mayor parte del ruido percibido en forma de silbido ya se había logrado reducir con los aditamentos mencionados anteriormente.

En la figura 4 se observan los aditamentos de la configuración que presentó las mejores reducciones de ruido.

RESULTADOS

Mediante la primera etapa del trabajo, que consistió en una modelación del origen del ruido autogenerado, se logró determinar los factores que podrían estar influenciando el desempeño. En la segunda etapa de la asistencia se implementaron modificaciones tendientes a resolver los aspectos señalados. En la Figura 5 se observa que la configuración final adoptada condujo a una reducción de aproximadamente 6 dB en todo el rango de velocidades de viento medidas.

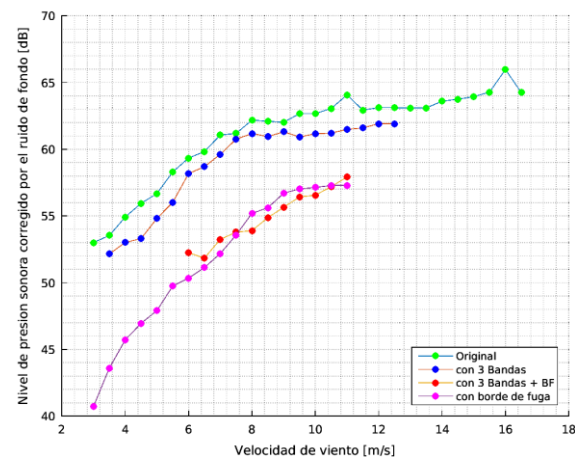


Figura 5: Resultados de campañas de medición de ruido con diversos aditamentos para modificación de los mecanismos de generación de ruido.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se ha podido lograr el objetivo propuesto identificando las fuentes que originan el ruido y mediante elementos de bajo costo reducir el nivel de ruido en 6 dB en todo el rango operativo. La asistencia permite al usuario dar una mejora evidente al producto final.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Brooks T., Pope S., Marcolini M. "Airfoil Self-Noise and Prediction", NASA, July 1989 (<https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19890016302.pdf>),