

# Sensores de viento de control de la turbina



Señales críticas en el control de la turbina .....	página 2
¿Qué hace que la tecnología Acu-Res® sea ideal para el control de la turbina? .....	página 3
Probado bajo condiciones extremas .....	página 4
¿Qué modelo debo utilizar para mi turbina? .....	página 5
¿Debo usar uno o dos sensores en mi turbina? .....	página 6
APQP4Wind .....	página 7
Estudios de Casos	
Reacondicionamiento de aerogeneradores .....	página 8
Sustitución de anemómetros mecánicos .....	página 9
Turbinas eólicas a escala comunitaria .....	página 10
Ficha de datos .....	página 11

LOS SENSORES DE VIENTO MÁS RESISTENTES DEL MUNDO

[es.fttechnologies.com](http://es.fttechnologies.com)



# Velocidad y dirección del viento, señales críticas en el control de turbinas

Las dos señales más importantes que necesita una turbina eólica para un rendimiento óptimo son las mediciones de la velocidad y la dirección del viento. Los sensores de viento que suministran estos datos fundamentales deben poder funcionar de forma continua, durante años, en las condiciones climáticas más duras, a la vez que ofrecen una medición del viento consistente y fiable.

Los sensores ultrasónicos de viento de FT Technologies se han diseñado con el objetivo de controlar las turbinas eólicas y los utilizan los principales fabricantes de turbinas del mundo, tanto en tierra firme como en alta mar. Los sensores de viento de la serie FT7 han estado funcionando continuamente en turbinas alrededor del mundo durante muchos años y muchas veces se utilizan para actualizar y modernizar turbinas más antiguas. Más del 70 % de todas las turbinas eólicas de alta mar utilizan sensores FT.



El poder medir de forma fiable la velocidad del viento es fundamental para una turbina por varias razones. Cuando la velocidad del viento es baja, no hay suficiente energía para justificar el funcionamiento de la turbina y es más rentable apagarla. Sin embargo, cuando la velocidad del viento es alta, se debe detener la turbina por razones de seguridad. Entre estas dos velocidades, la turbina debe recibir datos de velocidad del viento constante para seguir funcionando, lo que genera energía e ingresos para el operador del parque eólico. Si se produce una pérdida de datos, se debe apagar la turbina eólica de forma inmediata. La medición de la velocidad del viento también resulta útil para definir los ángulos de paso de las palas y ofrecer una estimación de la curva de potencia de referencia.

Los datos de dirección del viento hacen que la turbina mire a la posición óptima a barlovento para producir la máxima energía. Incluso cuando la turbina no se encuentra operativa, la dirección del viento es necesaria para que la turbina pueda seguir y girar continuamente hacia la posición óptima para que vuelva a funcionar tan pronto como se alcance el corte en la velocidad del viento.

Los sensores de viento se colocan en la góndola de la turbina, detrás del rotor y por lo tanto, están sometidos a un flujo de aire turbulento. Esto puede afectar a las mediciones del sensor, ya que el flujo de aire variará en función de la forma de la góndola, la forma de la hoja, la velocidad de rotación, la ubicación del sensor, la topología de la situación geográfica,

y algunos otros factores. Por este motivo, cada fabricante de equipo original de turbinas desarrolla un factor de corrección que se denomina «Función de transferencia de góndola». Esto se aplica en el sistema y la estrategia de control de la turbina, lo que hace que la turbina obtenga un flujo de aire de campo libre aproximado y realice un seguimiento continuo de las mejores condiciones de viento para producir energía de forma óptima.

Las turbinas eólicas deben funcionar sin descanso 24 horas al día, 7 días a la semana, en cualquier situación meteorológica. Por lo tanto, el sensor de viento también debe poder resistir los entornos más adversos. Debido a que las turbinas generalmente se instalan en regiones de clima frío, donde la densidad del aire proporciona más energía cinética a la turbina, los sensores FT incorporan calentadores para evitar que se congelen.

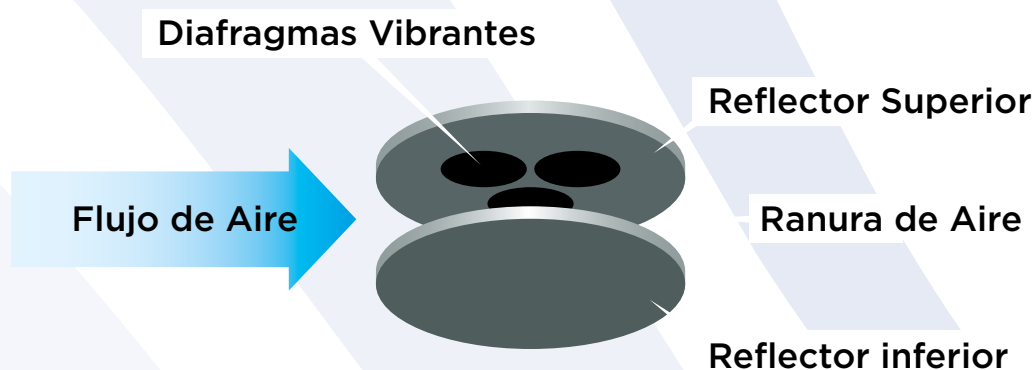
Por otra parte, cuando las turbinas se instalan en lugares extremadamente remotos, el acceso a ellas puede ser difícil durante meses. Los sensores de viento FT han sido diseñados y probados para perdurar en la parte superior de una turbina durante años sin mantenimiento y sin tener que volverlos a calibrar. Seguramente los sensores de viento más probados del mundo, han pasado más de 30 pruebas independientes que incluyen arena, polvo, hielo, vibración, corrosión, granizo, entrada de agua, altitud, temperatura extrema, humedad, radiación solar, compatibilidad electromagnética, protección contra rayos y ataques de pájaros.

# ¿Qué hace que la tecnología Acu-Res® resulte ideal para el control de turbinas?

FT Technologies ha estado suministrando sensores de viento a turbinas eólicas desde 2002. En estos momentos somos el proveedor más grande de la industria, con más del 70 % de todas las turbinas en alta mar que utilizan sensores FT. Los sensores FT son únicos, debido a que se utiliza resonancia acústica para medir la velocidad del viento, la dirección y la temperatura acústica del aire.

La tecnología Acu-Res® ofrece una mejor relación señal-ruido a los sensores ultrasónicos convencionales que utilizan tecnología de tiempo de vuelo. Consigue que los datos en entornos con ruido acústico y vibratorio sean muy precisos y estén muy disponibles, por lo general se utilizan en aplicaciones de turbinas eólicas donde el ruido de la rotación de la pala puede provocar que los sensores tradicionales fallen. A los sensores FT tampoco les afectan las interferencias de radiofrecuencia y emiten muy poco sonido, lo que evita la intercomunicación con otros sensores cercanos y no molesta a los murciélagos ni a los pájaros.

Con la tecnología Acu-Res® podemos diseñar un sensor compacto y resistente. Al tener poca masa y pesar poco, la necesidad de energía se minimiza cuando se calienta el sensor en climas fríos. El tamaño más pequeño de nuestro sensor también significa que la huella de carbono también es menor cuando tenemos que embalarlo y enviarlo a cualquier lugar del mundo.



El sensor funciona al crear una señal ultrasónica resonante dentro de la cavidad de medición del sensor. El movimiento del aire se detecta midiendo el cambio de fase en la señal ultrasónica provocada por el viento cuando pasa a través de la cavidad. El sensor tiene tres transductores organizados en un triángulo equilátero. La diferencia de fase neta entre un par de transductores transmisores y receptores es indicativa del flujo de aire a lo largo del eje del par. Por lo tanto, al medir los tres pares, se determinan los vectores que componen el flujo de aire a lo largo de los lados del triángulo. Estos vectores se combinan para proporcionar velocidad y dirección general. El sensor utiliza un complejo procesamiento de señales y análisis de datos a partir de una secuencia de varias mediciones para calcular las lecturas regulares del viento. El sensor compensa de forma inherente los cambios en la temperatura, la presión o la humedad del aire. Una fuerte onda de sonido resonante en un pequeño espacio proporciona una gran señal que es fácil de medir.

**Acu-Res® tiene una relación señal ruido más de 40 db más fuerte que otras tecnologías ultrasónicas.**





# Probado bajo condiciones extremas

Los sensores de viento FT se someten a pruebas muy duras antes, durante y después del desarrollo. Los nuevos diseños y modificaciones de diseño se someten a pruebas de vida útil muy aceleradas (HALT). HALT utiliza tensiones térmicas y vibratorias extremas para poder detectar las debilidades del diseño del producto. Si se someten los sensores a tensiones fuera de su rango especificado de forma repetida, se pueden detectar y eliminar del diseño los puntos débiles. Durante el HALT de FT, el sensor se calienta a 125 °C y luego se enfría a -90 °C mientras vibra a 30G RMS.

Los sensores de la serie FT7 han sido certificados externamente según las normativas que aparecen a continuación:



**Ensayo Ec de caída y vuelco:** EN 60068-2-31 (2008). Se dejó caer 9 veces desde distintos ángulos a una altura de 1 metro sobre una superficie de hormigón.



**Ensayo antihielo:** MIL-STD-810G. Con el calefactor conectado, el sensor se expuso a lluvia engelante en un flujo de aire de 15m/s a -15°C. Incluso cuando se había acumulado una capa de hielo de 37mm en la barra de ensayo, el sensor permanecía libre de hielo.



**Ensayo de deshielo:** MIL-STD-810G. el hielo desapareció del sensor en menos de 5 minutos.



**Corrosión:** ISO 9227 (2006) & IEC12944 (1998). Probado según la categoría C5-M High de BS EN ISO 12944 (1998) en una atmósfera neutra de niebla salina durante 1440 horas.



**Altitud:** EN 60068-2-13 (1999). 4 horas a una presión baja constante típica de 3,000 metros sobre el nivel del mar. Pruebas adicionales en un túnel de viento de altitud específica han demostrado que el sensor mide con precisión hasta 4000m.

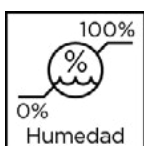


**Radiación solar:** EN 60068-2-5 (2011). 24 horas de radiación UV con una temperatura ambiente de 55°C, irradiancia de 1120 W/m2.



**Prueba de vibración sinusoidal Fc:** EN 60068-2-6 (2008). 5 Hz a 500 Hz, velocidad de barrido de 1 octava/minuto, 5 ciclos de barrido, 3 ejes.

**Prueba de vibración aleatoria Fh:** EN 60068-2-64 (2008). 5Hz a 500Hz, 90 minutos por eje, 0,0075g<sup>2</sup>/Hz de severidad sobre 3 ejes.



**Ensayo CL26 de neblina, niebla y nubosidad baja:** DEF STAN 00-35 Test CL26. intensidad de niebla de 1 a 1,66 ml/80 cm<sup>2</sup> durante 1 hora.

**Ensayo CL27 de lluvia:** DEF STAN 00-35 Test CL27. intensidad de lluvia 200 mm durante 1 hora

**Ensayo Cab de humedad estacionaria:** EN 60068-2-30 (2005). Seis ciclos de 24 horas, temperatura superior +55°C.

**Ensayo Z/AD combinado de temperatura y humedad:** EN 60068-2-38 (2009). Diez ciclos de 24 horas a alta temperatura +65°C. Ciclo a baja temperatura: -10°C.

**Prueba de humedad cíclica Db:** EN 60068-2-30 (2005). Seis ciclos de 24 horas, temperatura superior +55°C.



**Granizo:** EN 61215-2 (2016). Se han disparado al sensor bolas de hielo de 50 mm de diámetro, con un peso de 57 g cada una, a 31 m/s. Resistencia al granizo clase HW 5.



**Protección de entrada:** ISO 20653:2013 IPX6K EN 60529 (1992+A2:2103). Sellado a IPX6K, IP66 e IP67. Protegido contra chorros de agua a gran velocidad con aumento de presión, acceso a partes peligrosas y contra objetos sólidos extraños. Se ha sumergido en agua a un metro de profundidad durante 30 minutos y se ha expuesto a una cámara de polvo durante 8 horas.



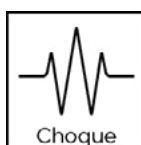
**Prueba de arena y polvo soplado por el viento:** DEF STAN 00-35 CL25. SPartículas de arena durante tres horas y a continuación partículas de polvo durante tres horas, a una velocidad del aire de 29 m/s, concentración de 1,1 g/m<sup>3</sup>.



**Ensayo Ad de frío:** EN 60068-2-1 (2007). 16 horas de aire frío a -40 °C

**Ensayo Bd de calor seco:** EN 60068-2-2 (2007). 16 horas de calor seco a +85°C.

**Ciclo de test térmico Nb:** EN 60068-2-14 (2009). 16 ciclos de temperatura de -40°C a +85°C.



**Ensayo de vibraciones mecánicas Ea y CAF2656:** EN 60068-2-27 (2009). Aceleración máxima: 50g, Duración: 11ms, Forma de pulso: medio seno.



**Compatibilidad electromagnética e Interferencia por radiofrecuencia**

EN 61000-6-2: Entornos industriales  
EN 61000-6-3: Entornos residenciales, comerciales y de industria ligera  
EN 61000-4-2: Descarga electrostática  
EN 61000-4-3: Campo electromagnético, radiofrecuencia, radiada  
EN 61000-4-4: Eléctrica rápida transitoria/ráfaga  
EN 61000-4-5: Sobretensiones  
EN 61000-4-6: Perturbaciones conducidas, inducidas por campos de radiofrecuencia  
EN 61000-4-8: campo electromagnético de frecuencia de potencia  
EN 61000-4-9: Campos de pulso magnético  
EN 61000-4-10: Campo magnético oscilatorio amortiguado  
EN 61000-4-29: Interrupciones breves y variaciones de voltaje en pruebas de inmunidad de puerto de alimentación de corriente continua

# ¿Qué modelo debo usar en mi turbina?

Los sensores de viento FT se encuentran disponibles con diferentes interfaces mecánicas y de comunicación. Al no tener partes móviles que se desgasten o degraden, el tiempo de inactividad de la turbina y los desajustes de guiñada son mínimos, a la vez que se mejora la disponibilidad de la turbina y el AEP.



## FT702 - Rango de medición de 50 m/s

Los modelos que más se utilizan son FT702LT y FT702LTD - V22 -FF. Presentados en el año 2011, estos modelos tienen un montaje de frente plano y miden hasta 50 m/s. Se encuentran disponibles con comunicación de serie RS485HD o comunicación analógica 4-20mA

En el año 2014, se introdujo la versión PM «Montaje en tubería», donde se puede instalar el sensor en un tubo de mástil de 50 mm con el adaptador FT090 o un adaptador específico del sensor creado por el fabricante de equipo original. Debe tener en cuenta que aunque el sensor de PM todavía está disponible, actualmente recomendamos nuestro modelo FT742DM50 más reciente que se acopla directamente a un tubo de mástil de 48-50 mm sin necesidad de adaptador.

Consulte la ficha técnica en la página 11.

## FT722-FF - Rango de medición de 50 m/s

En el año 2016, presentamos el FT722 como una actualización del FT702. Con una mayor precisión de la velocidad del viento y nuestro diseño de turbulador patentado, ofrece un rendimiento superior. Con comunicación en serie, tiene la opción adicional de emitir la temperatura acústica.

Consulte la ficha técnica en la página 12.



## FT742-FF - Rango de medición de 75 m/s

Este sensor de viento de frente plano está diseñado para poderse instalar de forma rápida y fácil contra una barra de metal. Altamente resistente a las interferencias electromagnéticas y acústicas, es también una opción ideal para los aerogeneradores de menor escala. Para la actualización, ofrece una solución única y compacta para sustituir una veleta mecánica existente y un sistema de medición de viento con anemómetro.

Consulte la ficha técnica en la página 13.

## FT742-DM50 - Rango de medición de 75 m/s

El sensor de viento DM50 se adapta directamente a un tubo de 47,9 a 51 mm. Con una mayor resistencia a la corrosión y protección contra rayos, lee velocidades del viento de hasta 75 m/s. Para poder alinear con el eje de la turbina más fácilmente, se puede instalar el sensor con nuestro collarín de alineación y nuestras herramientas de alineación especiales.

Consulte la ficha técnica en la página 14.





# ¿Debo usar uno o dos sensores en mi turbina?

Un sensor de viento de control de turbina es un **componente activo sumamente importante** de una turbina eólica, y es una ayuda continua para reducir el coste normalizado de la energía (LCoE). En funcionamiento continuo, incluso en entornos extremos, los sensores de viento FT proporcionan la máxima disponibilidad de datos. Esto permite que el generador de turbina eólica pueda aumentar al máximo su obtención de energía y su factor de capacidad. Cuando no existen datos de velocidad o dirección del viento, la turbina se apaga a la fuerza sin que genere energía ni ingresos.

El uso de un solo sensor significa que acepta el riesgo de tener un «punto único de fallo». Si falla el sensor, no se puede generar energía debido a la falta de datos de velocidad y dirección del viento. La instalación de un sensor de repuesto «redundante» minimizaría este riesgo. Si falla un sensor, el sensor de repuesto toma el control y la turbina puede generar energía de forma continua.

Sobre todo en lugares remotos donde se instalan turbinas eólicas, incluso en alta mar, FT Technologies recomienda instalar dos sensores, ya que esto contribuirá en última instancia a maximizar el AEP y los factores de capacidad. Ya que el tamaño de las turbinas es cada vez mayor, esto es aún más importante.

Ningún sensor puede ofrecer una disponibilidad de datos del 100 % en cualquier condición meteorológica. Es habitual ver sensores de viento dañados por un rayo o el granizo, o por un huracán. Por lo tanto, es importante disponer de estrategias de mitigación que garanticen que la turbina pueda funcionar de forma segura cuando un sensor no facilite datos al controlador. Los sensores redundantes aumentan el LCoE de CARPEX, pero también colaboran para que la turbina y la generación de energía estén más disponibles, lo que reduce el LCoE de OPEX.

## Factores que aumentan el LCoE

- No hay redundancia de sensor a modo de repuesto si un sensor no emite datos
- Mantenimiento inadecuado: es posible que el sistema se deteriore con el tiempo, lo que reduce el AEP
- Datos que no están disponibles por culpa de sensores que no funcionan correctamente durante ciertas condiciones climáticas
- Factor de capacidad de turbina baja
- Mala integración del sensor que causa apagados imprevistos
- Estrategias de controlador deficientes
- Alquilar el sistema en lugar de tenerlo en propiedad: LCoE es más alto debido a que un tercero obtiene beneficios del alquiler
- Financiación: Los intereses que se pagan a la institución financiera que proporciona el préstamo aumentan los costos de propiedad.
- Si no hay datos de velocidad y dirección del viento significa que no se genera energía

## Factores que reducen el LCoE

- Menos gastos en componentes, costos de turbinas, turbinas más grandes (CAPEX)
- Durabilidad y larga vida útil: componentes de larga duración sin mantenimiento reducen el LCoE
- Mejor factor de capacidad: depende de la disponibilidad de la turbina y la disponibilidad de datos, y/o una ubicación más adecuada y un mejor modelo de turbina, la clasificación de la turbina y las estrategias de control
- Las garantías más extensas reducen el riesgo de tener que sustituir componentes bajo la garantía del fabricante de equipo original
- Los sensores redundantes y bien alineados ayudan a maximizar el AEP, lo que reduce el riesgo de un bajo rendimiento.
- Es importante que conserve sensores de repuesto locales para poder reemplazarlos y minimizar el tiempo de inactividad.

En el año 2018 FT Technologies estableció una política para introducir estándares de calidad APQP4Wind en todo su sistema de gestión, procesos de diseño de productos y cadena de suministro de componentes. La política está dirigida a hacer que el producto resulte más fiable para el cliente final y eliminar los gastos por mala calidad a lo largo de la vida útil del producto.

APQP4Wind es una asociación sin ánimo de lucro fundada por los principales fabricantes y proveedores de turbinas eólicas a nivel global, incluidos Vestas, SGRE, GE, Goldwind, Nordex Acciona y LM Wind Power. Su objetivo prioritario es conseguir mejorar la calidad de una forma continua dentro de la industria eólica con el fin de disminuir el costo medio de la energía y hacer que la energía eólica sea más competitiva con otras formas de energía. La planificación avanzada de la calidad del producto (APQP) es un concepto muy conocido dentro de la industria automotriz. APQP4Wind ha adaptado el concepto de APQP para elaborar estándares de calidad que tienen previsto ser la metodología de garantía de calidad que se utilice en toda la cadena de suministro de la industria eólica a nivel mundial, desde el diseño hasta el usuario final.

FT Technologies es el primer fabricante de sensores de viento de control de turbinas en implantar procesos APQP4Wind en sus procesos de diseño y calidad.

Los sensores de viento FT se fabrican y certifican según las normas CE, UKCA y norteamericanas. Nuestro centro de fabricación con sede en el Reino Unido cuenta con la certificación ETL, ISO9001 e ISO14000 certificadas por DNV.



## Calibración individual e identificable

Cada sensor que sale de nuestras instalaciones se ha sometido a una calibración individual en nuestro propio túnel de viento el cual está completamente automatizado hasta 75 m/s. Los resultados de la calibración se pueden identificar a través del número de serie del sensor y el número de referencia grabado. Se encuentran disponibles informes de calibración FT bajo solicitud.

Nuestro túnel de viento de calibración de alta velocidad CWT2 aparece en la lista de los túneles de viento homologados por Measnet en Deutsche Windguard con velocidades de viento de 4-38 m/s

Los clientes que necesiten que sus sensores copien el resultado de otra instalación de calibración específica, pueden usar nuestra función UCT de FT integrada (Tabla de calibración de usuario). Puede encontrar toda la información en el manual del usuario.

Los sensores FT se pueden suministrar con una calibración homologada de Measnet bajo solicitud según la norma IEC61400-12-1, realizada y aplicada por Deutsche Windguard con un rango de velocidad de 2-38 m/s. Existen dos opciones disponibles, ambas incluyen un certificado Windguard y un ID de calibración Windguard identificable:

- Verificación de la calibración FT, realizada por Windguard 2-38m/s
- Nueva calibración, realizada y aplicada por Windguard 2-38m/s.



## Caso práctico



# Reacondicionamiento de aerogeneradores: Minnesota, USA

El reemplazo de los sensores ultrasónicos inferiores que no pueden soportar las condiciones de congelación.

## Proyecto

El cliente había comprado sus turbinas en el extranjero y después había vuelto a realizar el cableado de red de 60Hz en los EE. UU. Lamentablemente, los sensores de viento ultrasónicos que estaban originalmente en las turbinas, continuaban rompiéndose lo que provocaba un tiempo de inactividad considerable incluso durante el verano. En invierno se llenaron de hielo y la humedad se filtraba dentro de los sensores haciendo que se averiasen incluso con más frecuencia.

Después de reemplazar los sensores ultrasónicos originales con productos similares, las turbinas se seguían averiando y se pidió la consultora que encontrara una solución.

El consultor, Guy Le Blanc, inspeccionó los sensores existentes e indicó que no podían soportar el increíblemente clima frío de Minnesota. Investigando las posibles soluciones, Guy visitó un gran parque eólico de megavatios cercano y preguntó qué sensores utilizaban. Le recomendaron el sensor de montaje de tubo FT702 explicando que funcionaban de forma fiable a lo largo de los inviernos de Minnesota.

Al comparar el costo del sensor FT702 con la pérdida de ingresos sufrida por los apagados y los largos tiempos de inactividad esperando la llegada de un técnico para reparar los sensores existentes, Guy recomendó al cliente invertir en los sensores FT702.

## Resultados

Desde la instalación de los sensores de FT Technologies, el operador del parque eólico ha observado una reducción importante en el tiempo de inactividad de la turbina, especialmente en invierno, gracias a que el sistema de calefacción interno en el FT702 evita la formación de hielo, y por lo tanto que se interrumpan las comunicaciones.



“Después de oír comentarios sobre el fiable rendimiento del FT702 y después de tenerlo en la mano y sentir la diferencia en peso y tamaño, ¡quedé impresionado!

“Comentando el proyecto con Gordon Bease, director de operaciones de América del Norte en FT Technologies, llegué a comprender que no todos los sensores de viento son iguales o equivalentes. ¡Fue una revelación!

“Pasamos del de la izquierda al FT702LT. Es war unmöglich, vom Lieferanten Informationen hierzu zu erhalten und der Winternebel hatte den Sensor in einen Eisblock verwandelt. El clima puede ser terrible en esta época del año; este sensor y FT Technologies ha hecho posible mantener estas turbinas en funcionamiento.

“Muchas gracias por su apoyo y producto.”

**Guy Le Blanc**

Propietario de Le Blanc Consulting





# Reacondicionamiento de aerogeneradores: Quebec, Canada

Lea nuestro estudio de caso sobre la sustitución de anemómetros de copa y paletas que se estaban averiando en condiciones de frío y humedad para una empresa de generación de energía eólica.

## Antecedentes

Una empresa de energía eólica tenía varios parques eólicos situados en las montañas, cerca de la costa. Debido a su ubicación, había mucha humedad y en invierno las condiciones eran muy frías. Sus 600 MW de turbinas tenían todas anemómetros mecánicos de copa y paletas, que fueron fallando continuamente y después tuvieron que ser reconstruidas. Además, la formación de hielo pesado estaba deteniendo el funcionamiento de los sensores mecánicos, provocando un tiempo de inactividad de la turbina y la consiguiente pérdida de ingresos. Incluso cuando se reconstruyeron, los anemómetros se rompían de nuevo transcurridos entre 6 y 18 meses con fallos en los rodamientos.

Para detener este costoso ciclo de reemplazo, la empresa decidió invertir en mejores sensores de viento. El cliente se acercó a nosotros e instalamos un pequeño número de nuestros sensores de viento FT702 como una prueba.

## Resultados

La prueba fue un gran éxito con los sensores de viento ultrasónico FT702 perfectamente capaces de hacer frente a las duras condiciones. Debido a que no se formó hielo, el cliente consiguió un tiempo de funcionamiento prolongado sin necesidad de ciclo de reemplazo. Los sensores FT no tendrán que ser reemplazados durante años. Los costos reducidos significan que el cliente pudo recuperar los costos de los nuevos sensores de viento FT, en un corto período de tiempo.

“Gracias por su esfuerzo extra durante las últimas semanas, ayudando en la distribución urgente de nuestros anemómetros ultrasónicos. Apreciamos especialmente su “atención al cliente”, su clara comunicación, y el alojamiento de nuestro director durante su visita a la fábrica.

“Los esfuerzos de su equipo han sido fundamentales para la modernización de más de 200 turbinas eólicas que estaban teniendo dificultades técnicas debido a la intensa formación de hielo. Con el apoyo del equipo FT, hemos podido completar las modernizaciones en la fecha prevista y minimizar la repercusión de nuestros clientes.

“Queremos también dar nuestro agradecimiento personal a todos los miembros de su equipo que ayudaron en este esfuerzo y esperamos con interés una futura cooperación entre FT Technologies y nosotros.”

Responsable Ejecutivo de Compras – Renovables  
Responsable Ejecutivo de Servicio – Renovables





### Turbinas eólicas a escala comunitaria

Eliminación de las interferencias de ruido electromagnético para mejorar el rendimiento de la turbina.



#### Proyecto

En turbinas más pequeñas de 30, 50, y 100k W, la góndola es físicamente más compacta que en las turbinas a escala comercial. Esto significa que el sensor de viento se encuentra más cerca del generador y la caja de engranajes dentro de la góndola. Aunque estaban utilizando sensores ultrasónicos, los clientes observaban que el ruido electromagnético que salía de la góndola estaba interfiriendo con el rendimiento del sensor. Esto hizo que el sensor dejara de comunicar con la turbina y las turbinas dejaron de funcionar totalmente. Nos visitaron para ver si los sensores de viento FT podrían solucionar este problema.

#### Results

Los clientes observaron que, debido al diseño específico de los sensores FT de viento ultrasónico para el control de la turbina, son muy resistentes a las interferencias electromagnéticas y por lo tanto no tenían problemas relacionados con el ruido. Además, los sensores de la serie FT7 producen una fuerte resonancia de ondas de sonido en espacios reducidos, lo que proporciona una gran señal que es fácil de medir y así tampoco tiene problemas de interferencias acústicas.





# FT702

## Instalación en barra horizontal



El anemómetro ultrasónico FT702 LT es el resultado de 10 años de experiencia tecnológica de FT Technologies diseñando sensores eólicos duraderos para el control de turbinas en un entorno ambiental exterior exigente a una turbina eólica. Los usuarios suelen experimentar una disponibilidad de datos de un 99,9 % dado que el anemómetro ultrasónico sigue funcionando bajo distintas condiciones climáticas adversas a diferencia de los sensores tradicionales, que tienden a fallar en estas condiciones.

El FT702 LT sónico incorpora una protección robusta del circuito para protegerle contra tales efectos. El sensor sobrevivirá sin daño alguno a sobretensiones por encima de 4kA 8/20μ causados por rayos.



### VELOCIDAD DEL VIENTO

**0-50** m/s

### RANGO DE OPERACIÓN

**-40 a 85°C**

### ALTURA

**55** mm

### PESO

**320** g

### VELOCIDAD DEL VIENTO

Rango.....	0-75 m/s
Resolución.....	0.1 m/s
Precisión .....	±0.5 m/s (0-15 m/s) ±4% (>15 m/s)

### DIRECCION DEL VIENTO

Rango .....	0 a 360°
Resolución .....	1°
Precisión (dentro del intervalo ±10°) .....	±2°
Precisión (fuera del intervalo ±10°) .....	±4°

### FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR

Principio de funcionamiento .....	Resonancia acústica
Unidades de medida .....	m/s, km/h o nudos
Velocidad de actualización de datos .....	< 5Hz
Altitud .....	0-4000 m
Humedad .....	0-100%
IProtección.....	IP67
	EN 60529 (2000)
Parametros del calefactor.....	0° a 55°C

### ALIMENTACIÓN

Tensión de alimentación .....	20 V a 30 V DC (24 V DC nominal)
Puede funcionar con batería de 12 V pero con menor capacidad del calefactor	
Corriente de alimentación.....	~30 mA (calefactor desactivado)
Corriente de alimentación .....	Limitado a 4 A por defecto 6A (máximo) (calefactor activado)

### SENSOR ANALOGICO

Sistema de comunicación .....	4-20 mA
-------------------------------	---------

### DIGITAL SENSOR

Sistema de comunicación .....	RS485 (half-duplex)
Formato.....	ASCII

# FT722-FF

## Instalación en barra horizontal



El sensor de viento de frente plano FT722 está diseñado para una instalación rápida y fácil contra una barra de metal. La barra permite alinear el sensor con el eje central de la turbina con precisión.

Resulta perfecto para realizar actualizaciones, el sensor ofrece una solución única y compacta para reemplazar una veleta mecánica existente y un sistema de medición de viento con anemómetro. Sin partes móviles que se desgasten o se degraden, el tiempo de inactividad de la turbina se reduce, la potencia de salida aumenta y el control de guiñada es más eficiente. Con software actualizado y mayor precisión, también es un reemplazo de ajuste y función para el sensor FT702LT-FF.



### VELOCIDAD DEL VIENTO

**0-50** m/s

### RANGO DE OPERACIÓN

**-40 a 85°C**

### ALTURA

**161** mm

### PESO

**320** g

### VELOCIDAD DEL VIENTO

Rango.....	0-50 m/s
Resolución.....	0.1 m/s
Precisión .....	±0.3 m/s (0-16 m/s)
	±2% (16-40 m/s)
	±4% (40-50 m/s)

### DIRECCION DEL VIENTO

Rango .....	0 a 360°
Resolución .....	1°
Precisión (dentro del intervalo ±10°) .....	2° RMS
Precisión (fuera del intervalo ±10°) .....	4° RMS

### TEMPERATURA ACUSTICA

Resolución .....	0.1°C
Precisión .....	±2°C
En las condiciones siguientes:	
Rango de velocidad .....	5m/s - 60m/s
Temperatura de operación .....	-20°C a +60°C
Diferencia entre la temperatura ambiente y la del sensor <10°C	

### SENSOR ANALOGICO

Sistema de comunicación .....	4-20 mA
-------------------------------	---------

### SENSOR DIGITAL

Sistema de comunicación .....	RS485 (half-duplex)
Formato.....	ASCII

### FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR

Principio de funcionamiento .....	Resonancia acústica
Unidades de medida .....	m/s, km/h o nudos
Velocidad de actualización de datos .....	<10Hz
Altitud .....	0-4000 m
Humedad .....	0-100%
Protección.....	IP66, IP67, IPX6K
Parametros del calefactor.....	0° a 55°C

### ALIMENTACIÓN

Tensión de alimentación .....	12 V a 30 V DC (24 V DC nominal)
Corriente de alimentación.....	~31 mA (calefactor desactivado)
Corriente de alimentación .....	Limitado a 4 A por defecto 6A (máximo)



# FT742-FF

## Instalación en barra horizontal



El sensor de viento de frente plano f FT742 se utiliza en gran medida en el sector de las turbinas eólicas, tanto en tierra como en alta mar. Puede medir velocidades de viento de hasta 75 m/s, lo cual resulta ideal para las zonas más tormentosas del mundo. Diseñado para su instalación en barra horizontal metálica, el sensor se puede alinear fácilmente con el eje central de la turbina.

El sistema de calefacción controlado por termostato evita la acumulación de hielo, no solo en el sensor sino también en la barra horizontal. Con esto se evita que la cavidad de medición se pueda bloquear lo que reduce el tiempo de inactividad de la turbina en periodos de congelación. Fabricado en aluminio altamente anodizado, el sensor es muy resistente a la corrosión, la arena, el polvo, el hielo y la radiación solar. El sensor está sellado según los estándares IP66, IP67 e IPX6K y compensa de forma inherente los cambios en la temperatura, la presión o la humedad del aire.



### VELOCIDAD DEL VIENTO

**0-75** m/s

### RANGO DE OPERACIÓN

**-40 a 85** °C

### ALTURA

**161** mm

### PESO

**320** g

#### VELOCIDAD DEL VIENTO

Rango.....	0-75 m/s
Resolución.....	0.1 m/s
Precisión .....	±0.3 m/s (0-16 m/s) ±2% (16-40 m/s) ±4% (40-75 m/s)

#### DIRECCION DEL VIENTO

Rango .....	0 a 360°
Resolución .....	1°
Precisión (dentro del intervalo ±10°) .....	2° RMS
Precisión (fuera del intervalo ±10°) .....	4° RMS

#### TEMPERATURA ACUSTICA

Resolución .....	0.1°C
Precisión .....	±2°C

En las condiciones siguientes:

Rango de velocidad .....	5m/s - 60 m/s
Temperatura de operación .....	-20°C a +60°C
Diferencia entre la temperatura ambiente y la del sensor <10°C	

#### SENSOR ANALOGICO

Sistema de comunicación .....	4-20 mA
-------------------------------	---------

#### SENSOR DIGITAL

Sistema de comunicación .....	RS485 (half-duplex)
Formato.....	ASCII

#### FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR

Principio de funcionamiento .....	Resonancia acústica
Unidades de medida .....	m/s, km/h o nudos
Velocidad de actualización de datos .....	<10Hz
Altitud .....	0-4000 m
Humedad .....	0-100%
Protección.....	IP66, IP67, IPX6K
Parametros del calefactor.....	0° a 55°C

#### ALIMENTACIÓN

Tensión de alimentación .....	12 V a 30 V DC (24 V DC nominal)
-------------------------------	-------------------------------------

Corriente de alimentación.....	~31 mA (calefactor desactivado)
Corriente de alimentación .....	Limitado a 4 A (calefactor activado)
	por defecto 6 A (máximo)

# FT742-DM50

## Instalación directa



El sensor de viento FT742-DM50 se acopla directamente en un tubo de diámetro exterior de 47,9 a 51 mm y lee velocidades del viento de hasta 75 m/s. Con una mayor resistencia a la corrosión y protección contra rayos, el DM50 es una excelente opción para turbinas eólicas y para una gran variedad de aplicaciones meteorológicas. Para realizar la alineación más fácilmente, el DM50 se puede instalar con nuestro collarín de alineación especial y nuestra herramienta de montaje.

Pequeño pero muy resistente, se calienta fácilmente incluso a baja potencia. No tiene partes móviles que puedan deteriorar o dañar y es resistente a golpes y vibraciones, se transporta fácilmente y funcionará de forma constante, una y otra vez. La carcasa de aluminio anodizado duro es muy resistente a la corrosión, la arena, el polvo, el hielo, la radiación solar y los ataques de pájaros. El sensor está sellado según los estándares IP66, IP67 e IPX6K.



### VELOCIDAD DEL VIENTO

**0-75** m/s

### RANGO DE TEMPERATURA

**-40 a 85** °C

### ALTURA

**174** mm

### PESO

**535** g

#### VELOCIDAD DEL VIENTO

Rango.....	0-75 m/s
Resolución.....	0.1 m/s
Precisión .....	±0.3 m/s (0-16 m/s) ±2% (16-40 m/s) ±4% (40-75 m/s)

#### DIRECCION DEL VIENTO

Rango .....	0 a 360°
Resolución .....	1°
Precisión.....	4° RMS

#### TEMPERATURA ACUSTICA

Resolución .....	0.1°C
Precisión .....	±2°C
En las condiciones siguientes:	
Rango de velocidad .....	5 m/s - 60 m/s
Temperatura de operación .....	-20°C a +60°C
Diferencia entre la temperatura ambiente y la del sensor <10°C	

#### SENSOR ANALOGICO

Sistema de comunicación .....	4-20 mA
-------------------------------	---------

#### SENSOR DIGITAL

Sistema de comunicación .....	RS485 (half-duplex)
Formato .....	ASCII

#### FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR

Principio de funcionamiento .....	Resonancia acústica
Unidades de medida .....	m/s, km/h o nudos
Velocidad de actualización de datos .....	<10Hz
Altitud .....	0-4000 m
Humedad .....	0-100%
Protección.....	IP66, IP67 e IPX6K
Parámetros del calefactor.....	0° a 55°C

#### ALIMENTACIÓN

Tensión de alimentación .....	20 V a 30 V DC (24 V DC nominal)
Puede funcionar con batería de 12 V pero con menor capacidad del calefactor	
Corriente de alimentación.....	~31 mA (calefactor desactivado)
Corriente de alimentación.....	Limitado a 4 A (por defecto) 6A (máximo)

**Daniel Reid**  
Responsable de cuentas - Energía eólica  
daniel.reid@fttechnologies.com  
**Aled Lumley**  
Ingeniero senior de aplicaciones  
aled.lumley@fttechnologies.com

LOS SENSORES DE VIENTO MÁS RESISTENTES DEL MUNDO  
en.fttechnologies.com

FT Technologies  
Sunbury House, Brooklands Close  
Sunbury on Thames, TW16 7DX, UK  
T: +44 (0)20 8943 0801