

# Sensores de vento para o controle de turbina



Sinais críticos no controle da turbina .....	página 2
O que torna a tecnologia Acu-Res® ideal para o controle de turbinas? .....	página 3
Testado ao extremo .....	página 4
Que modelo devo usar na minha turbina? .....	página 5
Devo usar um ou dois sensores na minha turbina? .....	página 6
APQP4Wind .....	página 7
Estudos de caso	
Repotenciação de turbina .....	página 8
Reposição de anemômetros mecânicos .....	página 9
Turbinas de Vento de Escala Comunitária .....	página 10
Folhas de dados .....	página 11

OS SENSORES DE VENTO MAIS RESISTENTES DO MUNDO

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



# Velocidade e direção do vento - sinais críticos no controle da turbina

Os dois sinais mais importantes que uma turbina eólica precisa para um desempenho ideal são as medições de velocidade e direção do vento. Os sensores de vento que fornecem esses dados críticos devem ser capazes de operar continuamente, por anos, nas mais adversas condições climáticas, ao mesmo tempo em que fornecem medições de vento consistentes e confiáveis.

Os sensores ultrassônicos de vento da FT Technologies foram projetados especificamente para o controle de turbinas eólicas e são aplicados pelos principais fabricantes de turbinas do mundo - tanto onshore quanto offshore. Os sensores de vento da série FT7 têm operado continuamente em turbinas ao redor do mundo por muitos anos e são frequentemente usados para atualizar e repotenciação as turbinas mais antigas. Mais de 70% de todas as turbinas eólicas offshore usam sensores FT.



A medição confiável da velocidade do vento é crítica para uma turbina por várias razões. Em baixas velocidades de vento, não há energia suficiente para justificar o funcionamento da turbina e é mais econômico desligá-la. Em altas velocidades de vento, no entanto, a turbina deve parar por razões de segurança. Entre essas duas velocidades, a turbina precisa receber dados de velocidade de vento para continuar operando - gerando energia e receita para o operador do parque eólico. Qualquer perda de dados e a turbina eólica deve ser desligada imediatamente. A medição da velocidade do vento também é usada para definir os ângulos de inclinação da pá e fornecer uma estimativa da curva de potência de referência.

Os dados da direção do vento permitem que a turbina fique na posição ideal contra o vento para a produção máxima de energia. Mesmo quando a turbina não estiver operando, a direção do vento é necessária para que a ela possa rastrear e alinhar continuamente para a posição ideal a fim de retomar a operação assim que o corte na velocidade do vento for atingido.

Os sensores de vento são instalados na nacele da turbina, atrás do rotor e, portanto, estão sujeitos a um fluxo de ar turbulento. Isso pode afetar as medições do sensor, uma vez que o fluxo de ar irá variar dependendo da forma da nacele, forma da lâmina, velocidade de rotação, localização do sensor, topologia da localização geográfica, e vários outros fatores. Por esta

razão, cada desenvolvedor de turbina desenvolve um fator de correção conhecido como 'Função de Transferência da Nacele'. Isso é aplicado no Sistema de Controle de Turbina e Estratégia, permitindo que a turbina obtenha um fluxo de ar de campo livre aproximado e rastreie continuamente as melhores condições de vento para uma produção de energia ideal.

As turbinas eólicas devem continuar a operar 24 horas por dia, 7 dias por semana, em todas as condições meteorológicas. O sensor de vento, portanto, também deve ser capaz de resistir aos ambientes mais adversos. Como as turbinas são frequentemente instaladas em regiões de clima frio, onde a densidade do ar fornece mais energia cinética para a turbina, os sensores FT têm aquecedores embutidos para evitar que congelem.

Além disso, onde as turbinas estão localizadas em locais extremamente remotos, pode ser difícil acessá-las por meses. Os sensores de vento FT são projetados e testados para operar na parte superior da turbina, por anos, sem manutenção e sem necessidade de recalibração. Os sensores de vento mais testados do mundo, passaram por mais de 30 testes independentes, incluindo areia, poeira, gelo, vibração, corrosão, granizo, entrada de água, altitude, temperatura extrema, umidade, radiação solar, compatibilidade Eletromagnética, proteção contra raios e colisão com pássaros.



# O que torna a tecnologia Acu-Res® ideal para o controle de turbinas?

A FT Technologies fornece sensores de vento para turbinas eólicas desde 2002. Agora somos o maior fornecedor do setor, com mais de 70% de todas as turbinas offshore usando sensores FT. Os sensores FT são únicos, pois usamos ressonância acústica para medir a velocidade do vento, direção e temperatura acústica do ar.

A tecnologia Acu-Res® fornece uma relação sinal-ruído superior aos sensores ultrassônicos convencionais usando tecnologia de tempo de voo. Ele permite altos níveis de disponibilidade de dados e precisão em ambientes ruidosos e de vibração elevada, comumente encontrados em aplicações de turbinas eólicas onde o ruído emitido pela rotação da lâmina pode causar a falha dos sensores tradicionais. Os sensores FT também são imunes à interferência de radiofrequência e têm emissão mínima de som, evitando a interferência com outros sensores próximos e deixando morcegos e não perturbando a fauna.

A tecnologia Acu-Res® nos permite projetar um sensor compacto e robusto. Com baixa dimensão em massa, a necessidade de energia é minimizada ao aquecer o sensor em climas frios. O tamanho menor do nosso sensor também significa que temos uma pegada de carbono menor quando se trata de embalá-lo e enviá-lo para o mundo todo.



O sensor funciona criando um sinal ultrassônico ressonante dentro da cavidade de medição do sensor. O movimento do ar é detectado medindo-se a mudança de fase no sinal ultrassônico causada pelo vento ao passar pela cavidade. O sensor possui três transdutores dispostos em um triângulo equilátero. A diferença de fase entre um par de transdutores de transmissão e recepção é indicativa do fluxo de ar ao longo do eixo do par. São determinados, portanto, ao medir todos os três pares, os vetores componentes do fluxo de ar ao longo dos lados do triângulo. Esses vetores são combinados para dar a velocidade e direção geral. O sensor usa um processamento de sinal complexo e análise de dados tomando uma sequência de múltiplas medições para calcular as leituras regulares de vento. O sensor naturalmente compensa as mudanças na temperatura, pressão ou umidade do ar. Uma forte onda sonora ressonante em um pequeno espaço fornece um amplo sinal que é fácil de ser medido.

**A Acu-Res® possui uma relação sinal-ruído mais de 40 db mais forte do que outras tecnologias ultrassônicas.**



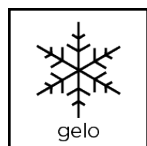
# Testado ao extremo

Os sensores de vento FT passam por testes rigorosos antes, durante e depois do desenvolvimento. Novos projetos e modificações de projeto são submetidos ao teste de vida altamente acelerado (HALT). O HALT usa tensões térmicas e de vibração extrema para identificar os pontos fracos do projeto do produto. Os sensores de medição repetidamente a tensões para a sua faixa fornecem que os pontos fracos sejam identificados e selecionados. Durante o FT HALT, o sensor é aquecido a 125 ° C e, em seguida, resfriado a -90 ° C enquanto é vibrado a 30 G RMS.

Os sensores da série FT7 foram certificados externamente para os seguintes padrões:



**Teste Ec de Quedas e Tombos:** EN 60068-2-31 (2008). 9 quedas em diferentes ângulos de pelo menos 1 metro no concreto.



**Teste contra formação de gelo:** MIL-STD-810G. Com o aquecedor ligado, o sensor foi exposto a chuva gelada em corrente de ar de 15 m/s a -15°C. Mesmo após 37 mm de gelo acumulado na barra de teste, o sensor em si permaneceu sem gelo.



**Teste de descongelamento:** MIL-STD-810G. O sensor se livrou do gelo em menos de 5 minutos.



**Corrosão:** ISO 9227 (2006) & IEC12944 (1998). Testado para a categoria C5-M Alta de BS EN ISO 12944 (1998) em atmosfera de névoa salina neutra durante 1.440 horas.



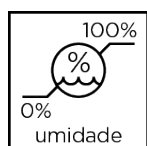
**Altitude:** EN 60068-2-13 (1999). 4 horas sob baixa pressão constante típica de 3.000 metros acima do nível do mar. Testes complementares em um túnel de vento de altitude dedicada demonstraram que o sensor mede com precisão em até 4.000 metros.



**Teste Fc de Vibração Senoidal:** EN 60068-2-6 (2008). 5Hz to 500Hz, 1 oitava/minuto de varredura, 5 ciclos de varredura, 3 eixos.



**Teste de vibração aleatória Fh:** EN 60068-2-64 (2008). 5Hz a 500Hz, 90 minutos por eixo, 0,0075 g<sup>2</sup>/Hz de gravidade sobre 3 eixos.



**Teste CL26 de Neblina, Névoa e Nuvens baixas:** DEF STAN 00-35 Intensidade da névoa de 1.66ml/80cm<sup>2</sup> durante uma hora.

**Teste CL27 de chuva direcionada:** DEF STAN 00-35 Test CL27. Intensidade de chuva de 200 mm durante 1 hora.

**Cabine de testes de temperatura estacionária e umidade:** EN 60068-2-78 (2013). Umidade relativa de 93% a +40°C durante 240 horas.

**Teste Z/AD combinado de temperatura e umidade:** EN 60068-2-38 (2009). Dez ciclos de 24 horas, temperatura superior de +65°C. Subciclo frio: -10°C.

**Umidade cíclica:** EN 60068-2-30 (2005) - Umidade cíclica - Seis ciclos de 24 horas, temperatura de 55°C na parte superior



**Granizo:** EN 61215-2 (2016). Bolas de gelo de 50mm de diâmetro, pesando 57g cada, disparadas contra o sensor a 31m / s. Granizo suporta classe HW 5.



**Proteção contra penetração:** ISO 20653:2013 IPX6K, EN 60529 (1992+A2:2103). Vedado a água de alta velocidade com pressão aumentada, acesso a partes perigosas e contra objetos sólidos estranhos. Submerso em água com um metro de profundidade por 30 minutos e exposto a uma câmara de poeira por 8 horas.



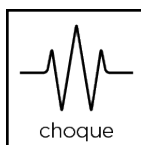
**Teste de Poeira e Areia carregada pelo Vento:** DEF STAN 00-35 CL25. Partículas de areia durante três horas e em seguida partículas de poeira durante três horas a velocidade de ar de 29 m/s, concentração de 1,1 g/m<sup>3</sup>.



**Teste Ad para frio:** EN 60068-2-1 (2007). 16 horas de ar frio a -40°C.

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

**Teste Nb de ciclagem térmica:** EN 60068-2-14 (2009). 16 ciclos de temperatura de -40°C a +85°C.



**Teste de choque mecânico Ea e CAF2656.:** EN 60068-2-27 (2009). Pico de aceleração: 50 g, duração: 11 ms, forma do pulso: meio seno.



## EMC & RFI

EN 61000-6-2: Ambientes industriais  
EN 61000-6-3: Residenciais, comerciais e industriais leves  
EN 61000-4-2: Descarga eletrostática  
EN 61000-4-3: Campo eletromagnético de rádio-frequência e irradiado  
EN 61000-4-4: Transientes elétricos rápidos  
EN 61000-4-5: Surtos de tensão  
EN 61000-4-6: Imunidade contra distúrbios conduzidos, induzidos por campos de RF  
EN 61000-4-8: Campo magnético de frequência de energia  
EN 61000-4-9: Campos magnéticos pulsados  
EN 61000-4-10: Campo magnético oscilatório amortecido  
EN 61000-4-29: Quedas de tensão, interrupções breves e variações de tensão em porta de entrada de alimentação d.c.

# Que modelo devo usar na minha turbina?

Os sensores de vento FT estão disponíveis com diferentes interfaces mecânicas e de comunicação. Sem peças móveis para se desgastar ou degradar, o tempo de inatividade da turbina e os desalinhamentos de direção são minimizados, enquanto a disponibilidade da turbina e o EAP são aprimorados.



## FT702 - Faixa de medição de 50m / s

Os modelos mais utilizados são o FT702LT e o FT702LTD - V22 -FF. Lançados em 2011, esses modelos possuem montagem frontal plana e medem até 50m / s. Eles estão disponíveis com comunicação série RS485HD ou comunicação analógica 4-20mA .

Em 2014, a versão PM “Pipe Mount” foi introduzida, permitindo que o sensor seja instalado em um mastro de 50 mm usando o adaptador FT090 ou um adaptador específico do sensor criado pelo desenvolvedor. Observe que, embora o sensor PM ainda esteja disponível, agora recomendamos nosso modelo FT742DM50 mais recente, que se encaixa diretamente em um mastro de 48-50 mm sem o uso de um adaptador.

Consulte a folha de dados na página 11.

## FT722-FF - Faixa de medição de 50m / s

Em 2016, lançamos o FT722 como um upgrade para o FT702. Com maior precisão da velocidade do vento e nosso design patenteado, oferece desempenho superior. Com comunicação de série, também possui a opção de saída de temperatura acústica.

Consulte a folha de dados na página 12.



## FT742-FF - Faixa de medição de 75m / s

Este sensor de vento frontal plano foi projetado para uma instalação rápida e fácil contra uma barra de metal. Altamente resistente a interferências acústicas e eletromagnéticas, é também a escolha ideal para turbinas eólicas de menor escala. Para modernização, ele fornece uma solução simples e compacta para substituir um sistema existente de medição do vento por anemômetros.

Consulte a folha de dados na página 13.

## FT742-DM50 - Faixa de medição de 75m / s

O sensor de vento DM50 se encaixa diretamente em um tubo de 47,9 a 51 mm. Com resistência superior à corrosão e proteção contra raios, medindo a velocidade do vento de até 75m/s. Para facilitar o alinhamento na nacele da turbina, o sensor pode ser encaixado usando nosso colar de alinhamento especial e ferramentas de alinhamento.

Consulte a folha de dados na página 14.



# Devo usar um ou dois sensores na minha turbina?

Um sensor de vento de controle de turbina é um **componente ativo crucial** de uma turbina eólica, que ajuda continuamente a reduzir o Custo Nivelado de Energia (LCoE). Operando continuamente, mesmo em ambientes extremos, os sensores de vento FT fornecem disponibilidade máxima de dados. Isso permite que o gerador de turbina eólica maximize sua captura de energia e fator de capacidade. Quando não há dados de velocidade ou direção do vento, a turbina é forçada a desligar, sem gerar energia e nenhuma receita.

Usar apenas um sensor significa aceitar o risco de ter um “ponto único de falha”. Se o sensor falhar, a energia não pode ser gerada devido à falta de velocidade do vento e dados de direção. A instalação de um sensor de backup “redundante” minimizaria esse risco. Se um sensor falhar, o sensor reserva assume o controle e a turbina pode gerar energia continuamente.

Particularmente onde turbinas eólicas são instaladas em locais remotos, incluindo offshore, a FT Technologies recomenda a instalação de dois sensores, pois isso contribuirá para a maximização do EAP e dos fatores de capacidade. Com o aumento do tamanho das turbinas, isso é ainda mais importante.

Nenhum sensor oferece 100% de disponibilidade de dados em todas as condições meteorológicas. Não é incomum ver sensores de vento danificados por relâmpagos ou lançamentos de gelo, ou por condições de tufão. É importante, ter estratégias de mitigação que garantam que a turbina seja capaz de operar com segurança quando um sensor falha em fornecer dados ao controlador. Sensores redundantes aumentam o CAPEX LCoE, mas ajudam a melhorar a disponibilidade da turbina e a geração de energia, o que reduz a OPEX LCoE.

## Fatores que aumentam a LCoE

- Sem redundância de sensor para fazer backup se um sensor não produzir dados
- Manutenção inadequada: o sistema pode degradar ao longo do tempo, reduzindo o EAP
- Disponibilidade de dados inadequada causada por sensores que não operam bem durante certas condições meteorológicas
- Fator de baixa capacidade da turbina
- Má integração do sensor levando a desligamentos inesperados
- Estratégias de controle insuficiente
- Alugar o sistema em vez de possuí-lo: o LCoE é maior porque um terceiro está lucrando com o aluguel
- Financiamento: Os juros pagos à instituição financeira que concedeu o empréstimo aumentam os custos de propriedade
- Não ter dados de direção e velocidade do vento significa não ter geração de energia

## Fatores que reduzem a LCoE

- Custos de componentes mais baixos, custos de turbinas, turbinas maiores (CAPEX)
- Durabilidade e longevidade: componentes com longa vida sem manutenção reduzem a LCoE
- Melhor fator de capacidade: dependente da disponibilidade da turbina e disponibilidade de dados e/ou melhor localização e modelo da turbina, classificação da turbina e estratégias de controle
- Garantias mais longas reduzem o risco de substituição de componentes sob a garantia do desenvolvedor
- Sensores redundantes e bem alinhados ajudam a maximizar o EAP, o que reduz o risco de baixo desempenho
- Mantenha estoque de sensores sobressalentes locais para substituições para minimizar o tempo de inatividade



Em 2018, a FT Technologies implementou uma política para introduzir os padrões de qualidade APQP4Wind em todo o seu sistema de gerenciamento, processos de design de produto e cadeia de suprimentos de componentes. A política visa aumentar a confiabilidade do produto para o cliente final e eliminar os custos de baixa qualidade ao longo da vida do produto.

APQP4Wind é uma associação sem fins lucrativos fundada por fabricantes e fornecedores líderes mundiais de turbinas eólicas, incluindo Vestas, SGRE, GE, Goldwind, Nordex Acciona e LM Wind Power. O objetivo é alcançar a melhoria contínua da qualidade dentro da indústria eólica, a fim de diminuir o custo nivelado da energia, tornando o vento mais competitivo com outras formas de energia. O Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP) é um conceito bem conhecido na indústria automotiva. APQP4Wind adaptou o conceito de APQP para formular padrões de qualidade que se destinam a ser metodologia de garantia de qualidade usada por toda a cadeia de fornecimento da indústria eólica global, desde o projeto até o usuário final.

A FT Technologies é o primeiro fabricante de sensores de vento para o controle de turbina a implementar processos APQP4Wind em seus processos de design e qualidade.

Os sensores de vento FT são fabricados e certificados de acordo com os padrões CE, UKCA e norte-americanos. Nossa fábrica com sede no Reino Unido possui certificação ETL, ISO9001 e ISO14000 certificadas pela DNV.



## Calibração individual, rastreável

---

Cada sensor que sai de nossas instalações passou por calibração individual em nosso próprio túnel de vento totalmente automatizado de até 75m / s. Os resultados da calibração são rastreáveis de acordo com o número de série do sensor e o número do corpo gravado. Os relatórios de calibração FT estão disponíveis mediante solicitação.

Nosso túnel de vento de calibração de alta velocidade CWT2 é referenciado aos túneis de vento acreditados Measnet no Deutsche Windguard em velocidades de vento de 4-38 m/s

Os clientes que requerem que seus sensores emulem o resultado de outra instalação de calibração específica, podem usar nossa função FT UCT embutida (Tabela de calibração do usuário). Detalhes completos estão disponíveis no Manual do Usuário.

Os sensores FT podem, mediante solicitação, ser fornecidos com uma calibração credenciada Measnet conforme IEC61400-12-1, conduzida e aplicada pela Deutsche Windguard com faixa de velocidade de 2-38m/s. Há duas opções disponíveis, ambas incluindo um certificado Windguard e uma identificação de calibração Windguard rastreável:

- Verificação da calibração do FT, realizada por Windguard 2-38m/s
- Nova calibração, realizada e aplicada por Windguard 2-38m/s.

## Estudo de caso



# Repotenciação de turbina:

Substituição de sensores ultrassônicos inferiores incapazes de suportar condições de congelamento.

### Informações

O cliente comprou suas turbinas no exterior e depois as reconectou à rede de 60 Hz nos EUA. Infelizmente, os sensores ultrassônicos de vento que estavam nas turbinas originalmente continuaram quebrando, causando um tempo de inatividade significativo, mesmo durante o verão. No inverno eles estavam congelando e a umidade estava penetrando no interior dos sensores e causando danos ainda com mais frequência.

Comparação dos sensores de vento ultrassônicos da FT com outros. Após substituir os sensores ultrassônicos originais por produtos em condições equiparáveis, as turbinas continuaram apresentando problemas, e a empresa de consultoria foi solicitada a encontrar uma solução.

O consultor, Guy Le Blanc, inspecionou os sensores então existentes e informou que eles não eram capazes de suportar o clima extremamente frio de Minnesota. Investigando possíveis soluções, Guy visitou um parque eólico de grandes megawatts nas proximidades e perguntou que sensores eles estavam utilizando. Eles recomendaram o sensor FT702 de montagem em tubo, explicando que eles funcionavam de modo confiável durante os invernos de Minnesota.

Comparando o custo do sensor FT702 com a perda de rendimentos resultante das interrupções e longos períodos de inatividade aguardando um técnico para consertar os sensores em uso, Guy recomendou que o cliente investisse nos sensores FT702.

### Resultados

Desde a instalação dos sensores da FT Technologies o operador do parque eólicos observou uma redução significativa no tempo de inatividade das turbinas, particularmente durante o inverno, uma vez que o sistema de aquecimento interno do FT702 previne formação de gelo e consequentemente interrupções na comunicação.



“Após ouvir sobre o desempenho confiável do FT702 e segurá-lo em minhas mãos e sentir a diferença de peso e tamanho, me convenci!”

“Discutindo o projeto com o Diretor da FT Technologies para Operações na América do Norte Gordon Bease, entendi que nem todos os sensores de vento são iguais. Me abriu os olhos!”

“Nós partimos para o FT702LT. Não fomos capazes de obter qualquer informação sobre um do outro fornecedor e a névoa do inverno transformou-o em um bloco de gelo. Agora o clima não pode mais nos atingir, esse sensor e a FT Technologies tornaram possível manter essas turbinas funcionando.”

“Obrigado por seu produto e pelo suporte.”

**Guy Le Blanc**  
Proprietário da Le Blanc Consulting





# Reposição de anemômetros mecânicos

Substituição de anemômetros de copo e palhetas que eram danificados em condições de frio e umidade.

## Informações

Uma empresa de energia eólica tinha vários parques eólicos localizados nas montanhas, próximos da costa. Devido à localização havia elevado nível de umidade e, no inverno, condições de muito frio. Seus 600 MW de turbinas tinham anemômetros mecânicos de copo e de palhetas que eram danificados com frequência e precisavam ser reconstruídos. Além disso, a pesada crosta de gelo impedia que os sensores mecânicos funcionassem, causando tempo de inatividade da turbina e perda de rendimentos. Mesmo quando reconstruídos, os anemômetros quebravam novamente após 6 a 18 meses com falhas nos rolamentos.

Para interromper esse dispendioso ciclo de substituições a empresa decidiu investir em sensores de vento melhores. O cliente nos abordou e instalamos um pequeno número de nossos sensores de vento FT702 para fazer um teste.

## Resultados

O teste foi muito bem sucedido com os sensores de vento ultrassônicos FT702 perfeitamente capazes de operar nas condições adversas. Devido à ausência de formação de gelo o cliente obteve tempo de atividade prolongado sem necessidade de ciclo de substituição. Os sensores da FT dispensam substituição por anos. A redução nos custos significa que o cliente pode recuperar o custo dos novos sensores de vento da FT em um curto período de tempo.

“Obrigado pelo seu esforço extra ao longo das últimas semanas apoiando a distribuição acelerada dos anemômetros ultrassônicos para nós. Agradecemos especialmente o seu “foco no cliente”, comunicação clara e às comodidades ao nosso diretor durante sua visita à fábrica de vocês.

“Os esforços de sua equipe foram fundamentais para a readequação de mais de 200 turbinas eólicas que enfrentavam dificuldades técnicas devido a pesadas formações de gelo. Com o suporte da equipe da FT pudemos concluir as readequações dentro do prazo programado e minimizar o impacto para nossos clientes.

“Estenda nossa gratidão pessoal a todos os membros de sua equipe que forneceram suporte a esse esforço e estamos ansiosos para futuras cooperações entre nós e a FT Technologies.”

Líder Executivo de Suprimentos, Recursos Renováveis  
Líder Executivo de Serviços e Produtos, Recursos Renováveis





# Turbinas de Vento de Escala Comunitária

Eliminação de interferências de ruídos eletromagnéticos para melhorar o desempenho da turbina.



## Projeto

Em turbinas menores, de 30, 50 e 100 kW, a nacele é fisicamente mais compacta do que em turbinas de grande escala. Isso significa que o sensor de vento está localizado mais próximo do gerador e caixa de engrenagem dentro da nacele. Embora eles estivessem utilizando sensores ultrassônicos, os clientes observaram que o ruído eletromagnético emanado na nacele estava interferindo no desempenho do sensor. Isso fazia com que o sensor interrompesse a comunicação com a turbina e as turbinas parassem de funcionar. Eles nos consultaram para saber se os sensores de vento da FT resolveriam esse problema.

## Resultados

Os clientes perceberam que como os sensores de vento ultrassônicos da FT são especificamente projetados para controle de turbinas, eles são altamente resistentes à interferência eletromagnética, e portanto não apresentaram nenhum problema relacionado a ruídos. Além disso, os sensores da Série FT7 produzem uma forte e ressoante onda sonora em um pequeno espaço, fornecendo um amplo sinal que é fácil de medir e portanto não sofrem também com interferências acústicas.



# FT702-FF

## Sensor de Vento de Frente Plana



O anemômetro ultrassônico FT702LT é o resultado de 10 anos de experiência da FT Technologies em projetar sensores de vento duráveis para controle de turbinas para o exigente ambiente externo de uma turbina eólica. Os usuários geralmente percebem disponibilidade de dados de mais de 99,9%, pois o anemômetro ultrassônico continua em funcionamento em diversos ambientes adversos onde sensores tradicionais costumam falhar.

O FT702LT sônico inclui circuitos de proteção robustos para protegê-lo contra esses efeitos. O sensor resistirá intacto a surtos de tensão superiores a 4 kA 8/20  $\mu$ s induzidos por raios.



### VELOCIDADE DO VENTO

**0-50** m/s

### FAIXA DE OPERAÇÃO

**-40 a 85** °C

### ALTURA

**55** mm

### PESO

**320** g

### VELOCIDADE DO VENTO

Faixa.....	0-75m/s
Resolução.....	0.1m/s
Acurácia.....	$\pm 0.5$ m/s (0-15m/s) $\pm 4\%$ (>15m/s)

### DIREÇÃO DO VENTO

Faixa.....	0 a 360°
Resolução.....	1°
Acurácia.....	$\pm 2^\circ$ (dentro do ponto de referência de $\pm 10^\circ$ ) $\pm 4^\circ$ (além do ponto de referência de $\pm 10^\circ$ )

### SENSOR ANALÓGICO

Interface.....	4-20 mA
----------------	---------

### SENSOR DIGITAL

Interface.....	RS485 (half-duplex)
Formato.....	ASCII

### DESEMPENHO DO SENSOR

Princípio de medição.....	Ressonância acústica
Unidades de medição.....	m/s, km/h ou knots
Taxa de atualização de dados.....	Até 5Hz
Altitude.....	0-4000m
Umidade.....	0-100%
Proteção contra penetração.....	IP67, EN 60529 (2000)
Configurações do aquecimento.....	0° a 55°C

### REQUISITOS DE ALIMENTAÇÃO

Tensão de alimentação.....	20V a 30V DC (24V DC nominal)
Corrente de alimentação.....	~30 mA (aquecedor desligado)
Corrente de alimentação.....	Limitado a 4A (padrão), 6A (máx.) (aquecedor ligado)



# FT722-FF

## Sensor de Vento de Frente Plana



O sensor de vento FT722 Flat Front foi projetado para instalação rápida e fácil contra uma barra de metal. A barra permite que o sensor seja alinhado ao eixo central da turbina sem erro.

Ideal para o retrofit, o sensor fornece uma solução única e compacta para substituir um anemômetro mecânico existente. Sem peças móveis sofrendo desgaste ou degradação, o tempo de inatividade da turbina é reduzido, a produção de energia é aumentada e o controle de direction é mais eficiente. Com software atualizado e precisão aprimorada, também é um substituto de ajuste e função para o sensor FT702LT-FF.



### VELOCIDADE DO VENTO

**0-50** m/s

### FAIXA DE OPERAÇÃO

**-40 a 85** °C

### ALTURA

**161** mm

### PESO

**320** g

### VELOCIDADE DO VENTO

Faixa.....	0-50m/s
Resolução.....	0.1m/s
Acurácia.....	±0.3m/s (0-16m/s) ±2% (16-40m/s) ±4% (40-50m/s)

### DIREÇÃO DO VENTO

Faixa .....	0 a 360°
Resolução .....	1°
Acurácia .....	2° RMS (dentro do ponto de referência de ±10°)
Acurácia .....	4° RMS (além do ponto de referência de ±10°)

### TEMPERATURA ACÚSTICA

Resolução .....	0.1°C
Acurácia .....	±2°C
Sob as seguintes condições:	
Faixa de velocidades .....	5m/s - 60m/s
Faixa de operação .....	-20°C a +60°C
Diferença entre a temperatura do ar e do sensor:	<10°C

### SENSOR ANALÓGICO

Interface .....	4-20 mA
-----------------	---------

### SENSOR DIGITAL

Interface .....	RS485 (half-duplex)
Formato.....	ASCII

### DESEMPENHO DO SENSOR

Princípio de medição .....	Ressonância acústica
Unidades de medição .....	m/s, km/h ou knots
Taxa de atualização de dados .....	Até 10Hz
Altitude .....	0-4000m
Umidade .....	0-100%
Proteção contra penetração.....	IP66, IP67, IPX6K
Configurações do aquecimento.....	0° a 55°C

### REQUISITOS DE ALIMENTAÇÃO

Tensão de alimentação .....	20V a 30V DC (24V DC nominal)
Corrente de alimentação.....	~31 mA (aquecedor desligado)
Corrente de alimentação.....	Limitado a 4A (padrão), 6A (máx.) (aquecedor ligado)

# FT742-FF

## Sensor de Vento de Frente Plana



O sensor de vento FT742 Flat Front é amplamente utilizado no negócio de turbinas eólicas, tanto onshore quanto offshore. Ele pode medir velocidades de vento de até 75m/s, tornando-o adequado para uso nas áreas mais tempestuosas do mundo.

Projetado para instalação contra uma barra de metal, o sensor é facilmente alinhado ao eixo central da turbina sem erros. O sistema de aquecimento controlado termostaticamente evita o acúmulo de gelo, não apenas no próprio sensor, mas também na barra de metal. Isso evita o bloqueio da cavidade de medição, reduzindo o tempo de inatividade da turbina durante eventos de congelamento pesado. O corpo de alumínio anodizado duro é altamente resistente à corrosão, areia, poeira, gelo e radiação solar.



### VELOCIDADE DO VENTO

**0-75** m/s

### FAIXA DE OPERAÇÃO

**-40 a 85** °C

### ALTURA

**161** mm

### PESO

**320** g

### VELOCIDADE DO VENTO

Faixa.....	0-75m/s
Resolução.....	0.1m/s
Acurácia .....	±0.3m/s (0-16m/s)
	±2% (16-40m/s)
	±4% (40-75m/s)

### SENSOR ANALÓGICO

Interface .....	4-20 mA
-----------------	---------

### SENSOR DIGITAL

Interface .....	RS485 (half-duplex)
Formato.....	ASCII

### DIREÇÃO DO VENTO

Faixa .....	0 a 360°
Resolução .....	1°
Acurácia .....	2° RMS
(dentro do ponto de referência de ±10°)	
Acurácia .....	4° RMS
(além do ponto de referência de ±10°)	

### DESEMPENHO DO SENSOR

Princípio de medição .....	Ressonância acústica
Unidades de medição .....	m/s, km/h ou knots
Taxa de atualização de dados .....	Até 10Hz
Altitude .....	0-4000m
Umidade .....	0-100%
Proteção contra penetração.....	IP66, IP67, IPX6K
Configurações do aquecimento.....	0° a 55°C

### TEMPERATURA ACÚSTICA

Resolução .....	0.1°C
Acurácia .....	±2°C
Sob as seguintes condições:	
Faixa de velocidades .....	5m/s - 60m/s
Faixa de operação .....	-20°C a +60°C
Diferença entre a temperatura do ar e do sensor:	<10°C

### REQUISITOS DE ALIMENTAÇÃO

Tensão de alimentação .....	20V a 30V DC (24V DC nominal)
Corrente de alimentação.....	~31 mA
(aquecedor desligado)	
Corrente de alimentação.....	Limitado a 4A (padrão),
(aquecedor ligado)	6A (máx.)

# FT742-DM50

## Sensor de Vento de Montagem direta



O sensor de vento FT742-DM50 se encaixa diretamente em um tubo OD de 47,9 a 51 mm e lê velocidades de vento de até 75 m/s. Com resistência superior à corrosão e proteção contra raios, o DM50 é uma ótima escolha para turbinas eólicas. Para facilitar o alinhamento na nacele da turbina, o sensor pode ser encaixado usando nosso colar de alinhamento especial e ferramentas de alinhamento.

Pequeno mas muito robusto, é fácil de aquecer mesmo com baixa potência. Sem peças móveis para degradar ou danificar e resistente a choques e vibrações, é fácil de transportar e terá um desempenho consistente. O corpo de alumínio anodizado duro é altamente resistente à corrosão, areia, poeira, gelo, radiação solar e ataque de pássaros. O sensor é vedado com os padrões IP66, IP67 e IPX6K.



### VELOCIDADE DO VENTO

**0-75** m/s

### FAIXA DE OPERAÇÃO

**-40 a 85** °C

### ALTURA

**174** mm

### PESO

**535** g

#### VELOCIDADE DO VENTO

Faixa.....	0-75m/s
Resolução.....	0.1m/s
Acurácia .....	±0.3m/s (0-16m/s)
	±2% (16-40m/s)
	±4% (40-75m/s)

#### DIREÇÃO DO VENTO

Faixa .....	0 a 360°
Resolução .....	1°
Acurácia.....	4° RMS

#### TEMPERATURA ACÚSTICA

Resolução .....	0.1°C
Acurácia .....	±2°C

Sob as seguintes condições:

Faixa de velocidades .....	5m/s - 60m/s
Faixa de operação .....	-20°C a +60°C
Diferença entre a temperatura do ar e do sensor:	<10°C

#### SENSOR ANALÓGICO

Interface .....	4-20 mA
-----------------	---------

#### SENSOR DIGITAL

Interface .....	RS485 (half-duplex)
Formato.....	ASCII

#### DESEMPENHO DO SENSOR

Princípio de medição .....	Ressonância acústica
Unidades de medição .....	m/s, km/h ou knots
Taxa de atualização de dados .....	Até 10Hz
Altitude .....	0-4000m
Umidade .....	0-100%
Proteção contra penetração.....	IP66, IP67, IPX6K
Configurações do aquecimento.....	0° a 55°C

#### REQUISITOS DE ALIMENTAÇÃO

Tensão de alimentação .....	20V a 30V DC (24V DC nominal)
Corrente de alimentação.....	~31 mA
(aquecedor desligado)	
Corrente de alimentação.....	Limitado a 4A (padrão),
(aquecedor ligado)	6A (máx.)

Daniel Reid

Gerente de Contas – Energia Eólica  
daniel.reid@fttechnologies.com

Aled Lumley

Engenheiro de Aplicações Sênior  
aled.lumley@fttechnologies.com

OS SENSORES DE VENTO MAIS RESISTENTES DO MUNDO

br.fttechnologies.com

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