

Saiba mais sobre os radares com Refletividade de Polarização Dupla Vaisala!

Aumentando a sensibilidade, sem as desvantagens de um transmissor mais potente.

Nos primeiros usos de detecção e telemetria pelo rádio, (RADAR), rapidamente tornou-se evidente a utilidade da tecnologia para o levantamento das condições atmosféricas. Com a polarização dupla tornou-se um esforço significativo para melhorar o valor quantitativo da medição do radar. Exemplos dessa investigação incluem avanços na estimativa de precipitação, identificação de hidrometeoros e remoção de alvos não meteorológicos, correção para atenuação e estimativas auto-conscientes de calibração. Estas são todas as metodologias de fato úteis com um sinal de alta amplitude perto do radar, geralmente inferior a 150 km do local.

Este documento introduz uma nova técnica de processamento de sinal para aperfeiçoar a detecção da refletividade, melhorar as capacidades de vigilância de uma transmissão simultânea e receber o radar de polarização dupla (modo estrela). A técnica aperfeiçoa a detecção de sinais de baixa amplitude, comuns em distâncias mais longas do que 150 km do local do radar. Com exclusividade para os aparelhos da Vaisala: Radar Meteorológico WRM200, Radar Meteorológico WRK200 e o Receptor Digital Sigmet e o Processador de Sinal RVP900TM.

Background

A fim de tornar os radares de polarização dupla econômicos, os fabricantes optam por usar a

transmissão simultânea e recepção (modo estrela) de polarização de dois Estados-Membros. O modo STAR oferece um design mais simples, aumentando a confiabilidade e diminuindo os custos de vida útil do sistema em relação à outros conceitos de polarização dupla. O modo de estrela também tem uma vantagem técnica específica onde os dados horizontais e verticais são amostrados simultaneamente. Portanto, o radar de modo STAR pode atingir maiores correlações com hidrometeoros observados do que outros tipos de sistemas de polarização dupla.

Uma grande desvantagem do modo STAR é dividir a potência do transmissor em dois canais. Isso reduz efetivamente a potência de saída média do radar em $\frac{1}{2}$ ou 3 dB. A quantidade de energia recebida para o radar é diretamente proporcional a potência de transmissão. Quando a potência do transmissor é cortada pela metade, o sinal mínimo detectável do radar também é reduzido a metade, assim alguma sensibilidade é perdida. Isso gera um impacto negativo para o papel de vigilância de um radar meteorológico!

A metodologia tradicional para superar esta perda de sensibilidade é aumentar a potência do transmissor. Hoje com o mercado de radares de banda C comerciais, transmissores de um megawatt estão disponíveis para superar o problema. No entanto,

maiores transmissões podem ter desvantagens técnicas e econômicas importantes que devem ser consideradas:

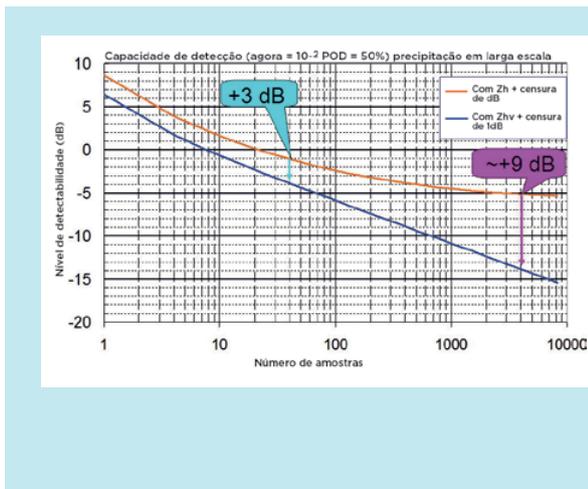
1. Aumentar a potência de saída do transmissor também aumenta a quantidade de energia de retorno desordenada do terreno. Isso torna necessário o uso de algoritmos de filtragem mais fortes para a desordem do terreno. Quando estes algoritmos removem mais dados, eles também impactam negativamente os dados meteorológicos válidos.
2. Aumentar a potência do transmissor aumenta a probabilidade de que receptor torne-se saturado em intervalos próximos ao local do radar. Com um receptor saturado distintivo de desordem de terreno advindo de um sinal de tempo, torna-se impossível.
3. O transmissor de alta potência tem o custos de vida mais elevados na forma de peças de substituição, maiores especificações de infraestrutura como geradores de energia de backup e capacitores. A diferença no consumo de energia da vida útil só pode ser mais de 50.000 dólares, dado o custo atual da energia. O custo da energia apenas deverá aumentar.
4. Com maiores emissores de potência pode tornar-se mais difícil obter uma licença de radiodifusão.

As soluções da Vaisala aumentam a detectabilidade sem os inconvenientes de um transmissor mais potente

A amplitude da força recebida é determinada a partir das tensões elétricas recebidas através da antena. Essas tensões são expressas como números complexos para resolver problemas, não são possíveis com apenas os números reais. Em um sinal de radar meteorológico as correlações de processamento são executadas, medindo a semelhança da energia recebida com ele mesmo. É uma ferramenta matemática para localização de padrões, tais como sinais enterrados sob o ruído.

Tradicionalmente os estimadores de energia usados em radares de polarização dupla compararam as tensões de antena horizontal com ele mesmo, ou compararam as tensões de antena vertical com ele mesmo. A saída destes estimadores de força, em seguida, são usadas para refletividade horizontal do computador, Z_h e refletividade vertical, Z_v , respectivamente.

A solução da Vaisala para o problema de divisão de poder é fazer uso de uma nova entrada para as técnicas de estimativa de energia. É comumente conhecida junto à comunidade de radar que partículas precipitantes têm uma alta correlação entre os estados de polarização h e V. É normal haver correlação copolar (valores $\rho_{HV}(0)$) superiores a 0,85 para quase todo tipo de Hidrometeoro. Na precipitação líquida é comum para o WRM200 medir $\rho_{HV}(0)$ em 0.996. Portanto é apenas possível comparar a tensão de antena de canal H com a tensão



A Figura 1 representa uma comparação dos recursos de detecção dos estimadores de poder Z_h e Z_{hv} como uma função de amostras quando utilizados dados de técnicas de censuramento para remover o ruído residual. A diferença entre essas duas linhas representa o aumento na capacidade de detecção do estimador de alimentação H & V sobre o estimador somente H.

de antena de canal V e chamar a refletividade aprimorada resultante, Z_{hv} . Mas por que isso garante uma melhor detectabilidade?

O força que retornou ao radar é composta de energia proveniente da desordem, sinal e ruído. Há muitos algoritmos em uso hoje para remover o poder de desordem, deixando-nos com a potência de sinal e ruído. Ao obter a potência do sinal, a metodologia tradicional simplesmente subtrai o valor do ruído médio estimado. A estimativa do ruído vem de amostragens de rotina executadas durante a calibração ou quando o radar está em funcionamento. Se nós pudermos diminuir o valor esperado de ruído e sua variação, sinais mais fracos podem ser medidos. O mecanismo de cancelamento de ruído sendo descrito, nos oferece dois níveis de ruído residual menor e mais estreito. Isso nos permite relaxar os critérios de censura ou limites usados para remover dados incorretos, mantendo a qualidade dos dados equivalentes.

O ruído é composto pela base do terreno e a radiação atmosférica e

o ruído dentro do sistema de radar. Esse ruído tem um poder aleatório com qualquer frequência. Quando houver uma correlação cruzada as tensões do canal H voltam para este, o ruído aleatório é correlacionado também, pois é o mesmo sinal. Ao executar correlação cruzada entre os canais H e V o ruído é correlacionado, pois é um sinal diferente. Ainda o sinal de tempo entre o H e V é altamente correlacionado. Assim, ao fazer esta correlação sobre uma quantidade infinita de amostras, o valor esperado do ruído somente na correlação H vai resolver para algum valor, enquanto na correlação cruzada H & V o valor esperado do ruído instala-se a zero. Como precisamos discernir o nosso sinal do ruído e do ruído no caso de H & V estabelece-se a zero nós subitamente temos a capacidade de detectar um sinal fraco.

Na realidade, não temos um tamanho infinito de amostra; estamos limitados a algumas quantidades finitas de amostras. Mas quanto mais exemplos damos como entrada para o estimador de força Z_{hv} , melhor a probabilidade de detecção.

Nas estratégias de verificação operacionais típicas o tamanho das amostras são ~ 40 pulsos. Isto daria um aumento de detectabilidade ~ 3 dB de Z_{hv} versus o estimador de poder Z_h , que é equivalente à perda de 3dB devido a divisão de poder. Em relação as distâncias do radar, poderíamos ser capazes de usar amostras de várias posições de intervalo como entradas para este novo estimador de poder. Isto aumentaria significativamente a nossa dimensão da amostra. Por exemplo, é possível realizar a integração de intervalo de 16 compartimentos contíguos cada um com 64 amostras de pulso, dando-nos 1024 amostras no total. Como a Figura 1 mostra uma melhora na detectabilidade sobre o processamento tradicional de ~ 6 dB, ao mesmo tempo em que sacrifica algumas resolução do intervalo. No entanto, como o feixe do radar está sempre em expansão em intervalos muito longos, já perdemos a resolução espacial. Não é uma compensação tão ruim para observar a precipitação de larga escala com baixa resolução espacial, melhor que dado nenhum!

A refletividade reforçada também garante maior detectabilidade contra um radar de polarização única funcionando em plena potência.

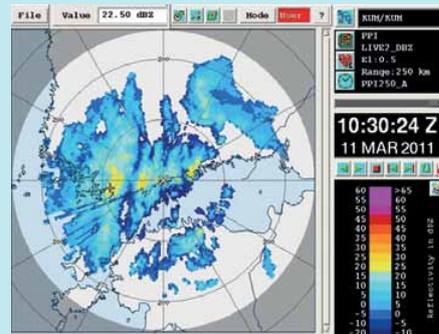


Figure 2: Dados de verificação do volume do radar da Vaisala de Kerava em transmissão horizontal única.

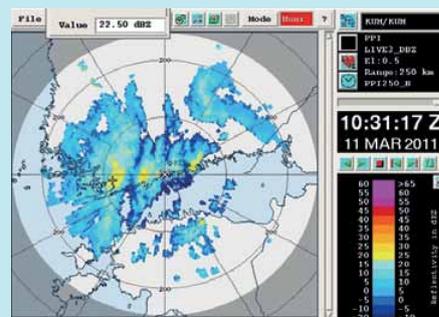


Figure 3: Dados de verificação de volume 53 segundos após os dados na Figura 1 utilizando o modo de transmissão STAR. Com o processamento de legado, 3dB de sensibilidade é perdida devido à repartição de poder aos canais horizontais e verticais.

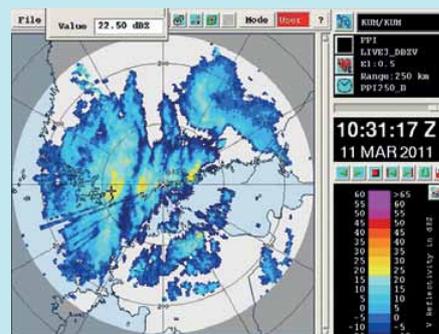


Figure 4: Volume idêntico de verificação de dados como na Figura 2, exceto com uma refletividade reforçada. Por não terem ruídos correlacionados no poder estimador há a capacidade de ultrapassar a detectabilidade possível em radares de polarização única em plena potência (Figura 1). A posição do cursor mostra um valor de 22,5 dB na mesma posição para todos os algoritmos novamente sem predisposição nas estimativas de potência.

A refletividade reforçada é uma medida imparcial e equivalente comparada a refletividade horizontal tradicional

Essencialmente o Z_{hv} é uma medida física diferente do que o tradicional Z_h . Já Z_h é muito utilizado como um “tomador de decisões”, e também deve ser mostrado que o Z_{hv} é uma medida equivalente ou imparcial.

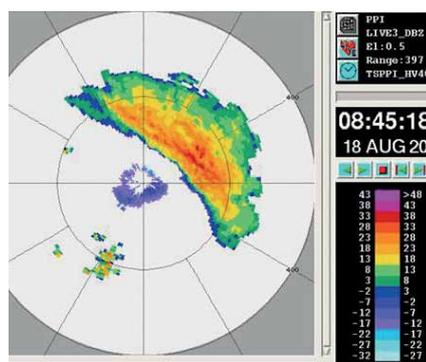


Figure 5: Refletividade horizontal (Z_h) obtida durante as operações de modo de estrela com radar de Kerava da Vaisala

Também é uma sorte que Z_{hv} possa ser calibrado com correções de atenuação da mesma maneira como Z_h . As figuras 5-7 mostram comparações dos valores Z_h e Z_{hv} dentro o mesmo exame.

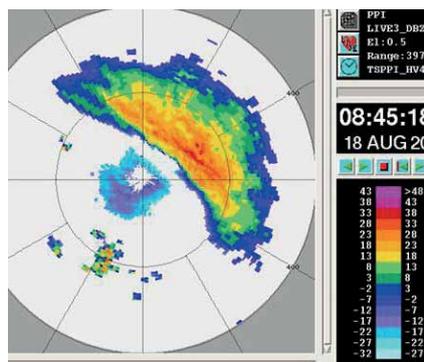


Figure 6: Refletividade reforçada (Z_{hv}) calculada a partir da mesma análise da Figura 5. Maior taxa de detecção é novamente experienciada, mas as mesmas falsas detecções baixas.

Radares Meteorológicos Vaisala Fornecendo Mais Valor

Aqui está um resumo dos benefícios

- Usando configurações de digitalização semelhantes, comumente usadas na polarização dupla, um aumento na detectabilidade de 3 dB, para ter um transmissor de 500 kW no radar de competições, mas com custos de ciclo de vida.
- Detectabilidade total aumentada 10 dB, o que equivale a um transmissor de 2,5 MW.
- Maior capacidade de vigilância gama para uso em aviação e tomada de decisões meteorológicas.
- Menos suscetibilidade à atenuação total devido à maior detectabilidade e o componente V, ou seja menos perda de atenuação.
- Nenhuma alteração de hardware para o sistema de radar meteorológico é necessária.

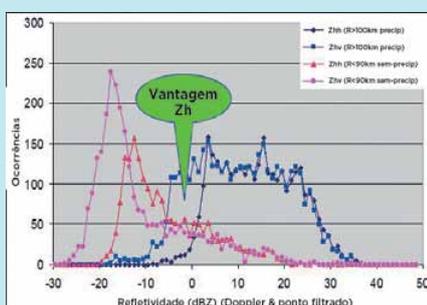


Figure 7: O número de ocorrências para um determinado nível de refletividade de Z_h e Z_{hv} para verificação PPI inteiro. As linhas azuis escuras e claras são para refletividade horizontal e aprimorada, respectivamente em intervalos superiores à 90 km. Esse é o local fora dos retornos do ar limpo evidentes perto de radar nas figuras 2 e 3. Ele é visto em valores mais altos de amplitude, a refletividade avançada tem uma predisposição muito pouca em comparação com a tradicional refletividade horizontal. O ganho na sensibilidade também é aparente onde a refletividade horizontal aumentar cerca de 0 dB.

A cor vermelha e rosa mostram grandes predisposições, mas isso é esperado uma vez que os destinos são não-meteorológicos, tendo baixa correlação de polarização dupla.

VAISALA

Para maiores informações,
visite br.vaisala.com ou contate-nos
sales@vaisala.com

Ref. B211164PT-A ©Vaisala 2012
Este material é sob proteção de direitos autorais, com todos os direitos autorais retidos pela Vaisala e seus colaboradores individuais. Todos os direitos reservados. Quaisquer logotipos e/ou nomes de produtos são marcas registradas de Vaisala ou dos seus colaboradores individuais. A reprodução, transferência, distribuição ou armazenamento de informação contida nesta brochura em qualquer forma, sem o consentimento prévio escrito da Vaisala, é estritamente proibida. Todas as especificações - incluindo as técnicas - são sujeitas às mudanças sem a notificação. Esta é uma tradução da versão original em inglês. Em casos ambíguos, prevalecerá a versão inglesa do documento.