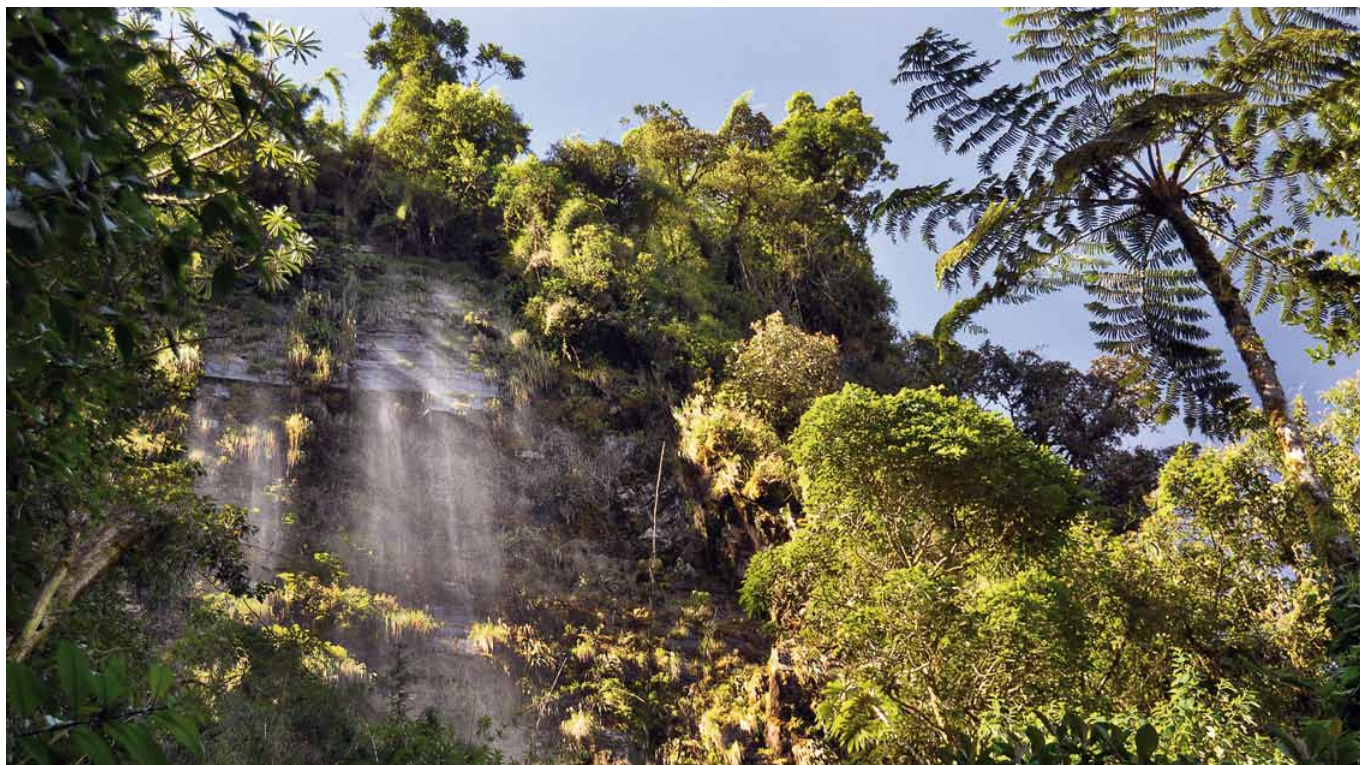


Corrección de atenuación de radares meteorológicos banda-C



Durante décadas el radar meteorológico Doppler ha sido la herramienta de los meteorólogos para obtener observaciones de precipitación de alta resolución. Los estimados cuantitativos de precipitación (QPE) permiten a los meteorólogos recolectar mediciones de precipitación acumulativas que ayudan a las autoridades desde la seguridad de aviación, hasta la optimización de generación hidroeléctrica, etc. Sin embargo hay grandes retos para obtener suficiente exactitud – uno de ellos es la atenuación de la señal de radar en lluvias fuertes. La atenuación es la pérdida gradual de potencia cuando la energía del radar pasa a través de la precipitación. Esto causa errores cuando se convierte la cantidad de energía recibida a índices de precipitación. Históricamente se han intentado medidas diferentes para intentar corregir esto.

El radar meteorológico banda-C Vaisala de doble polarización sobrepasa a los radares de banda-S

Los algoritmos clásicos puerta-a-puerta para corrección de atenuación fueron probados en radares convencionales con resultados pobres.

Una sobreestimación en las puertas de rango más cercano resultó en un estimado todavía peor a lo largo del rango. En vista de que las longitudes de onda en la banda-X y la banda-C experimentaron atenuación, regiones del mundo con precipitación pesada, anteriormente fueron dejadas solo con la opción limitada de desplegar

radares meteorológicos más grandes, con mayor consumo de energía y más costosos que el radar meteorológico de banda-S. Con el advenimiento de la tecnología de doble polarización, Vaisala pudo corregir con éxito la atenuación en los ecos del radar de banda-C, resultando en estimados cuantitativos de precipitación que

compiten con su rival, la banda-S en exactitud en reales pruebas de campo. El radar meteorológico está diseñado para observar hidrometeoros y otros dispersores atmosféricos al emitir y recibir señales de frecuencia de radio (RF). Estas señales primero son transmitidas desde la antena como pulsos colimados T, propagados a través de la atmósfera y retrodispersados desde los hidrometeoros al receptor del radar. Técnicamente, la selección de la frecuencia de radar (longitud de onda) es un compromiso entre optimizar la sensibilidad del radar para identificar objetivos atmosféricos y la limitación del grado de atenuación (perdida de sensibilidad) en la senda de la señal.

Radares que usan longitudes de onda más cortas tiene una clara ventaja en términos de sensibilidad de la señal. Al contrario, esta misma longitud de onda experimenta efectos de atenuación significativos por los hidrometeoros a lo largo de la trayectoria de la señal. El nivel de atenuación aumenta rápidamente cuando se acorta la longitud de onda. Para una intensidad dada de lluvia, las señales en la banda-X (3.2 cm) atenúan 30 veces más que las señales prácticamente inatenuadas de la banda-S (10 cm). El fenómeno permanece relativamente moderado en la banda-C (5.4 cm) con un factor de atenuación menor a cuatro comparado con la banda-S (Doviak y Zrníc 1993). Para una longitud de onda dada, la fuerza de atenuación aumenta proporcionalmente a la intensidad de la lluvia.

En la práctica, una lluvia intensa lleva a una pérdida completa de señal de banda-X, limitando severamente el rango de usabilidad del radar, mientras que las señales moderadamente atenuadas de la banda-C pueden penetrar aún la lluvia más intensa. Sin embargo,

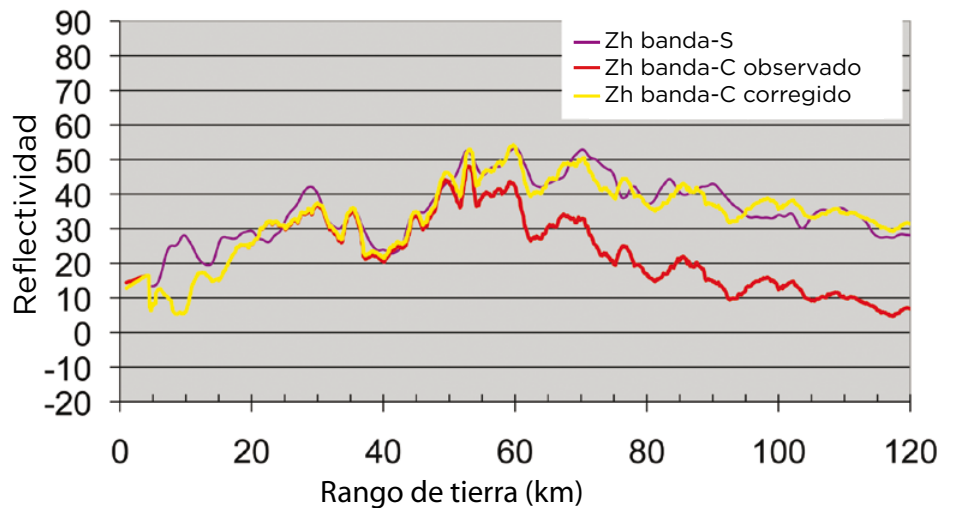


Figura 1. Una simple comparación de rayo de las reflectividades de banda-C (observadas y corregidas para atenuación) versus reflectividad de banda-S, hacia lluvia intensa a 40 grados de azimut.

la medición de la potencia del eco de banda-C está muy sesgada. Evidentemente, la atenuación ha sido uno de los mayores mecanismos responsables por el deterioro de los estimados cuantitativos de intensidad de precipitación (R) en lluvia pesada. Cuando se aplica medición convencional de factor de reflectividad convencional (potencia de eco, Zh). En el pasado solo había una solución práctica para mitigar este asunto específico, invertir en sistemas de radar meteorológico banda-S de mayor longitud de onda y más costosos.

Sin embargo, hoy los avances en radares meteorológicos polarimétricos le proporcionan al meteorólogo una mayor sensibilidad a un costo significativamente menor usando el radar meteorológico banda-C con corrección de atenuación. Al calcular el desplazamiento de la fase diferencial entre los planos de señal ortogonal vertical y horizontal, podemos estimar con precisión la atenuación de los ecos de retorno.

Una solución operativa puesta a prueba

El método polarimétrico se basa en la fase diferencial (cD dP) que es la diferencia de la fase promedio ponderada de potencia con las señales recibidas en los canales horizontal y vertical.

La medida Φ_{dp} contiene un componente que evoluciona suavemente en el rango. La evolución de Φ_{dp} es una medida de referencia de atenuación. En este enfoque, la información cuantitativa de pluviosidad proporcionada por la medición de fase lisa, se combinan con los datos de reflectividad. Como resultado, las observaciones son corregidas para sesgo de atenuación mientras se conserva la resolución espacial más alta.

Un evento de precipitación significativa a latitudes medias (34° 38.8'N, 86° 46.3'W) fue analizado usando las observaciones de ARMOR polarimétrico, radar banda-C en Huntsville, Alabama, USA (PETERSEN y Col., 2007). Las observaciones independientes hechas en el radar cercano NEXRAD

banda-S (NEXRAD 2007) fue usada para comparación como referencia no atenuada. El evento meteorológico fue una línea prefrontal de chubascos acercándose a Huntsville desde el noroeste. La estructura de la línea extendida fue claramente visible en los datos de banda-S, mientras la reflectividad máxima excedía 58 dBZ. Los campos de fase diferencial fueron observados en el radar polarimétrico y evolucionaron significativamente a lo largo de los rayos pasando a través de regiones intensas de precipitación. Los efectos de la atenuación en la banda-C fueron evidentes en los campos de reflectividad detrás de la precipitación intensa al noreste y oeste cuando se compararon con las correspondientes observaciones de banda-S.

El impacto de la corrección de atenuación en los campos de reflectividad del caso de estudio

se cuantifica en la Figura 1. Los efectos de atenuación de hasta 20 dB se resolvieron en datos de reflectividad de banda-C, haciéndolos comparables con observaciones de banda-S.

En el despliegue de barrido, la calidad y la alta resolución especial de los campos de reflectividad se encontró preservada dentro de todos los rangos de radar, incluyendo regiones significativas de ecos no meteorológicos de suroeste a sureste.

La ventaja del radar meteorológico Vaisala

Como líder del mercado con más de 70 años de experiencia en meteorología, Vaisala está dispuesta a aceptar el reto de proveer datos meteorológicos de alta calidad a precios más competitivos. Vaisala ha logrado esto con gran éxito al

desarrollar un avanzado radar meteorológico de banda-C y doble polarización que corrige la atenuación con algoritmos polarimétricos dobles.

Este radar meteorológico de longitud de onda más corta se desempeña a la par con la banda-S en las mismas condiciones de prueba a una fracción del CAPEX (Gasto de Capital) y con ahorros significativos en el OPEX anual (Gasto Operativo).

Lanzado al mercado en el 2007 con el software de procesamiento de señal Sigmet, el Radar Meteorológico banda-C Vaisala ha sido un éxito instantáneo asegurando más de la mitad de la participación en el mercado en nuevos despliegues de Radar Meteorológico banda-C. La primera instalación comercial fue en Estonia en el 2008, y ahora hay más de 30 instalaciones alrededor de todo el mundo.



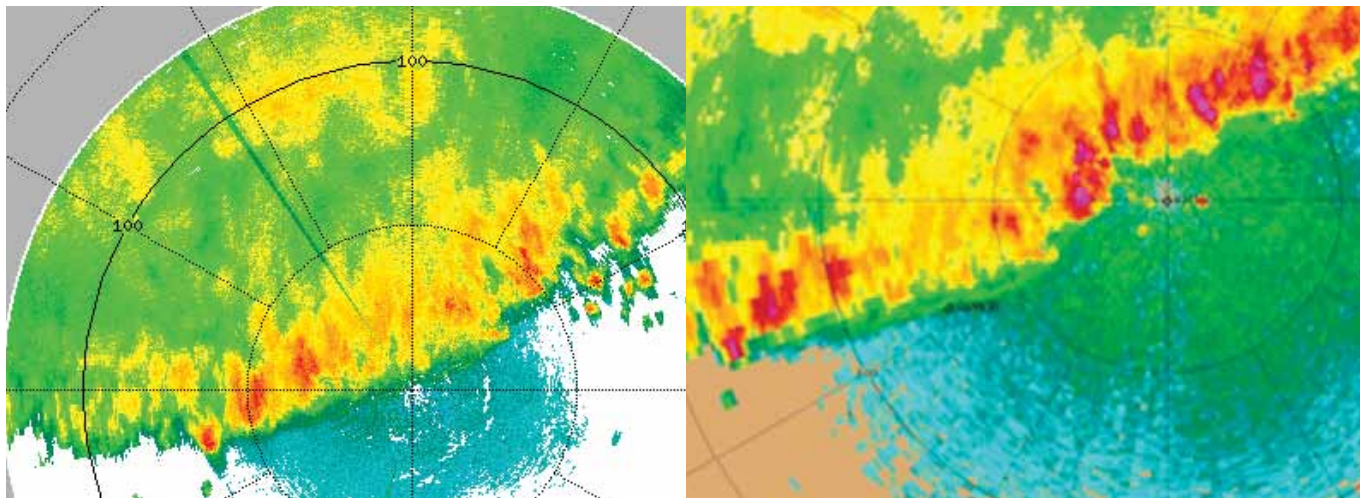


Figura 2. Panel izquierdo, campos de reflectividad corregida en banda-C, y panel derecho, mediciones de banda-S al mismo tiempo. La flecha apunta a la localización de radar de banda-C versus la localización de radar de banda-S.

Banda-C rinde más en costo y confiabilidad

El Radar Meteorológico Banda-C Vaisala, opera a longitud de onda más corta, 5.5-5.7 GHz, lo que significa que tiene varias ventajas intrínsecas sobre la banda-S. El radar usa un transmisor magnetron de 250 kW, que es significativamente más pequeño en tamaño, peso y uso de energía. La diferencia en el peso puede ser de hasta un del de la banda-S. En términos financieros reales, la inversión CAPEX para banda-C es 33-50% menor comparada con el radar meteorológico banda -S estándar.

De manera similar, hay considerables ahorros OPEX logrables con varias características clave de diseño. Auto calibración, monitoreo remoto en tiempo real y reporte detallado de fallas que resultará en menos visitas de servicio durante la vida de operación. El tubo magnetron también tiene un ciclo de vida más largo en banda-C debido al menor uso de energía. Ya que muchas estaciones de radar están localizadas en áreas remotas para optimización de cobertura, las visitas de servicio y mantenimiento incurren en costos elevados, por lo tanto la mayor confiabilidad resulta en ahorros significativos de costo en toda la vida de operación.

Referencias

DOVIK, R.J., ZRNIC' D.S. 1993: Doppler Radar and Weather Observations, 562p. 2nd ed., Academic, San Diego, CA.

NEXRAD 2007: Data inventory HYPERLINK"<http://www.ncdc.noaa.gov/nexradinv/>

PETERSEN, W.A., KNUPP K.R., CECIL D.J., MECIKALSKI JR., The University of Alabama, Huntsville THOR Center Instrumentation: Research and operational collaboration, 2007, AMS 33rd Conference on Radar Meteorology, Cairns, Australia

VAISALA

Para más información visite
www.vaisala.com o escribanos a
sales@vaisala.com

Ref. B211010ES-B ©Vaisala 2011

El presente material está protegido por la legislación de derechos de autor. Todos los derechos de autor son propiedad de Vaisala y de sus socios individuales. Todos los derechos reservados. Algunos logotipos y/o nombres de productos son marcas registradas de Vaisala y de sus socios individuales. Está estrictamente prohibida la reproducción, transferencia, distribución o almacenamiento de información contenida en este folleto, en cualquier forma, sin el consentimiento previo y por escrito de Vaisala. Todas las especificaciones, incluyendo las técnicas, están sujetas a modificaciones sin previo aviso.