

## Soluciones para la inspección de materiales compuestos

### Concepto básico de la inspección de materiales compuestos

Los fabricantes de aeronaves, los proveedores de servicios de mantenimiento y los operadores de líneas aéreas han comenzado a usar recientemente la tecnología de ultrasonido multielemento (*Phased array*) para asegurar la calidad de sus piezas formadas por materiales compuestos durante la manufactura y el mantenimiento. Las piezas fabricadas con polímeros reforzados de fibra de carbono (CFRP) plantean un desafío de inspección debido a sus múltiples formas y espesores.

La tecnología *Phased array* es una técnica no destructiva que emplea un haz ultrasónico donde parámetros, como el ángulo, la distancia focal y el tamaño de los puntos focales, son controlados a través de un software. Asimismo, la tecnología *Phased array* mejora la detección de los defectos comunes en la inspección de materiales compuestos (en particular, la deslaminación).

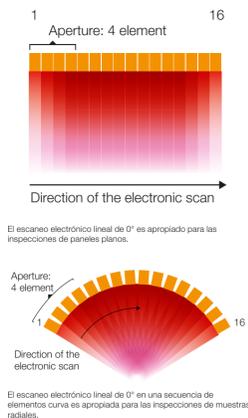
#### Beneficios de la tecnología *Phased array* para las inspecciones de compuestos

Existen muchos beneficios asociados al uso de ultrasonidos multielementos para inspeccionar piezas de materiales compuestos planas o radiales. Las representaciones de los datos han ayudado considerablemente a reducir el error humano. Del mismo modo, el uso de representaciones C-scan incrementa la fiabilidad de la inspección debido a la completa cobertura que se aplica en la superficie inspeccionada. Las largas sondas multielemento también incrementan la velocidad y resolución de inspección. Los datos A-scan y C-scan pueden ser almacenados para efectuar análisis posteriores o comparaciones periódicas.

Nuestro equipo OmniScan® PA soporta los modos de ultrasonido convencional y multielemento (*Phased array*) que pueden ser activados alternativamente con tan solo pulsar un interruptor de botón.

#### Ventajas de la tecnología *Phased array*:

- Mayor velocidad de inspección
- Cobertura completa en un solo escaneo
- Mejor probabilidad de detección (POD)
- Creación de informes y trazabilidad



### Terminología

Las piezas de material compuesto presentan muchas formas y espesores. Varias piezas se dotan de secciones planas y otras de secciones curvas. Los paneles planos son definidos principalmente por su espesor, mientras que las piezas radiales son definidas por parámetros adicionales.

#### Superficies planas

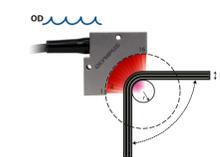
Los paneles planos de CFRP solo se caracterizan por su espesor.



#### Piezas radiales

Las piezas radiales de CFRP se caracterizan por tres parámetros principales:

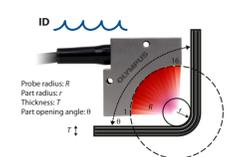
- Radio de la pieza
- Ángulo de apertura de la pieza
- Espesor



Las sondas PA de secuencia lineal curva específicas, usadas para inspeccionar estos radios, también son definidas por el radio y ángulo de la sonda.

Existen dos tipos de inspección: cada uno es caracterizado por la posición relativa de la sonda en la curva.

- Diámetro interno (D.I.) dentro del ángulo curvo
- Diámetro externo (D.E.) fuera del ángulo curvo



### Configuración típica

La configuración típica es muy similar para ambos tipos de superficies (planas o radiales) en la inspección de materiales compuestos. Ambas inspecciones requieren que el usuario sitúe la Puerta A inmediatamente después del eco de interfaz hasta pasar por el eco de fondo. La inspección de paneles planos es efectuada mediante el uso de un escáner manual de dos ejes codificados, mientras que la inspección de materiales radiales utiliza una técnica de inmersión con un eje codificado.

#### 2 o 3 puertas (I, A, B)

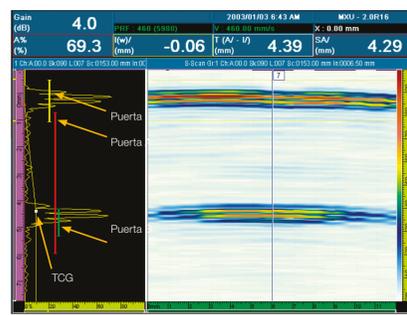
- La Puerta I puede ser utilizada para sincronizar las otras dos puertas en la pared de interfaz.
- La Puerta A comienza típicamente después de la pared de interfaz y continúa hasta pasar la pared de fondo. Esta puerta es usada para producir representaciones C-scan de amplitud y de tiempo de vuelo (TOF).
- La Puerta B es usada generalmente para monitorizar la amplitud de la pared de fondo en paneles con espesores relativamente constantes.

#### Ganancia corregida en función del tiempo (TCG)

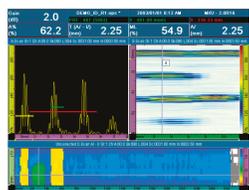
- Sirve para obtener ecos de interfaz y de fondo al 80 %.

#### Representaciones C-scan (A%, TOF, B%)

- Cada representación tiene sus ventajas e inconvenientes según la muestra y los defectos.



Configuración típica con una pantalla que muestra un A-scan y un S-scan.



Pantalla mostrando un A-scan, S-scan y un C-scan con la técnica TOF.



Pantalla mostrando un A-scan, un C-scan de amplitud, y un C-scan con la técnica TOF.



Pantalla mostrando un A-scan, S-scan y un C-scan de amplitud.

### Análisis de datos

Llevar a cabo inspecciones rápidas en superficies extensas requiere herramientas no destructivas con apropiadas capacidades de imagen. Las varias representaciones, como el A-scan, B-scan, S-scan, C-scan de amplitud o tiempo de vuelo, ayudan a efectuar inspecciones fiables.

Las principales diferencias entre una inspección de ángulos curvos y una inspección de paneles planos son:

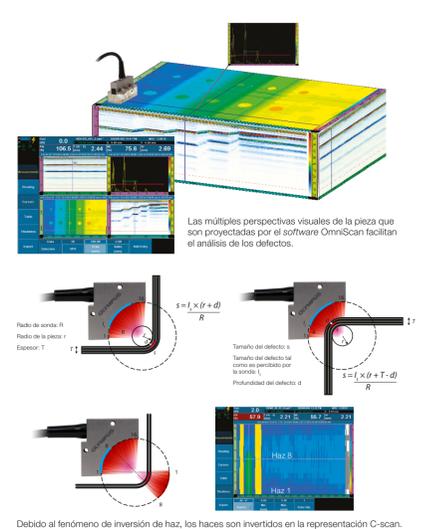
- La correlación requerida para el dimensionamiento del índice en curvas.
- La inversión de haces para la inspección del diámetro interno.

#### Dimensionamiento del índice en curvas

El dimensionamiento del índice en la dirección de escaneo puede ser medido directamente a partir de las lecturas codificadas y de las representaciones del detector de defectos OmniScan. Se requiere tener en cuenta una conversión geométrica del radio de la sonda *phased array* (R), del radio de la curva (r), de la profundidad del defecto (s), del espesor de la pieza (T), y del tamaño del defecto tal como es visualizado en el equipo OmniScan (S) para obtener el tamaño del defecto actual (S). Esta conversión también depende del tipo de inspección (diámetro interno [D. I.] o externo [D. E.]).

#### Inversión de haces para la inspección del D.I.

Al iniciar una inspección desde el diámetro interno (D. I.), el haz creado a partir del primer elemento de la sonda se refleja en la parte más alta de la curva (haz 1), mientras que el haz creado a partir del último elemento se refleja en la parte inferior de la curva (haz 8). Por este motivo, los haces son invertidos en la representación S-scan como también en la representación C-scan.

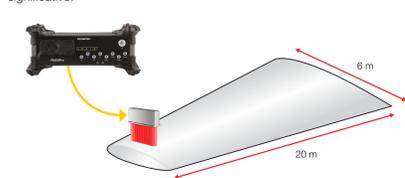


Debido al fenómeno de inversión de haz, los haces son invertidos en la representación C-scan.

### Sistema de inspección automático para piezas de materiales compuestos

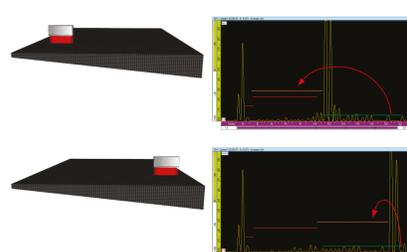
#### Función ilimitada para piezas de gran dimensión

La función de inspección continua permite conservar la secuencia de inspección de piezas de gran dimensión sin necesidad de ser interrumpida. Esta también permite que los archivos de datos sean generados durante la inspección, favoreciendo así un ahorro de energía significativo.



#### Capacidades de detección avanzadas

Las múltiples puertas, con capacidades avanzadas de sincronización y pre-sincronización, brindan herramientas efectivas para afrontar las dificultades que se presentan comúnmente durante las inspecciones de piezas de geometría compleja o de variado espesor.



La correlación entre las puertas ajusta automáticamente las posiciones de dichas puertas para tener en cuenta las variaciones de la geometría de la pieza.

### Control de adherencia reinventado con la representación C-scan

La obtención de una representación C-scan legible es posible con un equipo portátil. La solución OmniScan® es ideal para detectar cualquier pérdida de adherencia en estructuras alveolares; y, también delaminación de forma precisa. Desarrollada principalmente para aplicaciones de inspección en el sector aeroespacial, esta solución también es útil para la industria manufacturera, incluyendo el sector automotriz y naval (p. ej., para inspeccionar cascos de embarcaciones).



En cada representación C-scan, el operador cuenta con dos opciones de visualización según sus necesidades: La primera consiste en una visualización de variación cromática del C-scan de amplitud, basada en la amplitud de la señal (sin intervención de fase), lo que es ideal y eficiente para la detección de desprendimientos. La segunda consiste en el C-scan de fase que usa una paleta de colores de 0° a 360° para visualizar los cambios en el ángulo de fase, facilitando la distinción entre los diferentes tipos de defectos/indicaciones, como las zonas de reparación (con masilla) o delaminación.



#### Inspección de alta fiabilidad de paneles planos de CFRP

Detector de defectos y software OmniScan  
Escáner GLIDER™  
Sondas y suelas PA



#### Inspección ergonómica en superficies curvas o planas de CFRP

Detector de defectos y software OmniScan  
Escáner RollerFORM®  
Sonda PA



#### Solución de inspección para piezas radiales de CFRD

Detector de defectos y software OmniScan  
Sondas y suelas PA de línea curva (para inspecciones por inmersión en agua)



#### Otros productos para las inspecciones de compuestos