

Manual de OpenVSP, versión 3.9.1

Pablo Moreno-García
Departamento de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial
Área de Ingeniería Aeroespacial
Universidad de Cádiz

Fecha del documento: 15 de octubre de 2016
Versión de OpenVSP: 3.9.1

Este material se ha desarrollado como parte del Proyecto de Innovación Docente “Generación de material docente para las prácticas informáticas de las asignaturas relacionadas con diseño conceptual de aeronaves” (SOL-201600064614-TRA).

OpenVSP¹ es un programa informático de modelado geométrico para el diseño conceptual de aeronaves. Ha sido desarrollado por la NASA y está liberado como software libre desde el 10 de enero de 2012 con licencia NOSA (NASA Open Source Agreement) versión 1.3.

1. La página web de OpenVSP

La página web de OpenVSP [1] es <http://www.openvsp.org/>. Las secciones que más nos interesan son la página de descargas, el Hangar, y la documentación.

1.1. La página de descargas

Se accede a través de un enlace situado en un botón en la parte superior de la página o de un enlace en la parte inferior (**Download**). Permite descargarnos la versión más reciente del programa para los sistemas operativos Windows y MAC OS. Un poco más abajo tenemos un enlace a la página de descargas de versiones antiguas.

1.2. El Hangar

Se accede a través de varios enlaces, uno en la parte superior de la página y otro en la parte inferior (**VSP Hangar**). Contiene una amplia colección de modelos con un filtro que nos permite buscar según la versión de OpenVSP en la que se desarrollaron, la calidad del diseño (en relación a la aeronave original), el fabricante, el sistema de unidades usado o las etiquetas que se hayan añadido al modelo.

¹VSP son las iniciales de Vehicle Sketch Pad, que se puede traducir por Cuaderno de Dibujo de Vehículos.

1.3. La documentación

Se accede a través de un enlace en la parte inferior de la página (*VSP Documentation*). En ella podemos encontrar un tutorial a través de unos vídeos [2] (sencillos pero útiles) e información en una Wiki (algo desordenada). Los vídeos se pueden encontrar en el canal de Youtube *OpenVSP Videos* [3].

1.3.1. Documentación adicional

Antes de ser liberado por la NASA, OpenVSP se llamaba VSP, y existían para él un manual y varios videotutoriales. A pesar de que ya no están accesibles desde la página web de OpenVSP, todavía son accesibles desde una copia antigua de la página web de OpenVSP disponible en la Universidad Politécnica Estatal de California.

Manual [4]: http://openvsp.calpoly.edu/files/VSP_Manual.pdf

Vídeos [5]: http://openvsp.calpoly.edu/vid_tutorial.shtml

Los vídeos también están disponibles directamente a través de Youtube, en los canales *VSPtutorials's channel* [6] y *VSPmanuals kanal* [7].

Si bien esta documentación es obsoleta, la escasez de documentación más reciente hace aconsejable su consulta, siempre con las precauciones necesarias.

2. Primeros pasos con OpenVSP

2.1. Las ventanas

Al ejecutar OpenVSP, observamos dos ventanas claramente diferenciadas. A la izquierda, con fondo blanco y un eje de coordenadas localizado en la parte inferior izquierda, una ventana a la que llamaremos **ventana de trabajo**. A la derecha, con título *Geom Browser*, una ventana a la que llamaremos **ventana de geometría**.

2.2. Controles básicos

Los controles básicos de la ventana de trabajo son los siguientes:

- Rotar: hacer clic con el botón izquierdo del ratón y moverlo en la dirección del giro.
- Mover: hacer clic con el botón derecho del ratón (o botón izquierdo + Alt) y moverlo en la dirección que queramos mover nuestro diseño.
- Zoom: hacer clic con el botón central del ratón (o botón izquierdo + Ctrl) y moverlo arriba o abajo.

3. La barra de menús

A continuación se describen las diferentes opciones que se pueden encontrar en la barra de menús

3.1. Menú File

- *New*, *Open*, *Save* y *Save As* son opciones similares a la mayoría de programas informáticos, y seguro que son conocidas por el lector.

- **Save Set** nos permite guardar diferentes subpartes de nuestro diseño, como por ejemplo lo visible en ese momento, lo no visible o un conjunto creado por nosotros.
- **Insert** inserta un archivo en formato OpenVSP versión 3 (.vsp3) y lo superpone con el modelo actual.
- **Import** inserta un archivo en diferentes formatos, como por ejemplo OpenVSP versión 2 (.vsp), y lo superpone con el modelo actual.
- **Export** exporta el archivo a diferentes formatos.
- **Run Script** ejecuta un script predefinido.
- **Exit** cierra el programa.

3.2. Menú Edit

- **Undo Parameter Change** deshace el último cambio que se haya hecho en un parámetro (no otro tipo de cambios).
- **Cut, Copy, Paste, Delete** y **Select All** son opciones conocidas similares a la mayoría de programas informáticos.
- **Toggle Pick Mode** permite activar o desactivar el modo de seleccionar partes con el ratón.

3.3. Menú Window

- **One, Four, Two Horizontal** y **Two Vertical** dividen la ventana de trabajo de diferentes formas, permitiendo varias vistas de nuestro diseño a la vez (la vista activa tiene un marco rojo alrededor).
- **Background** permite cambiar el color de fondo o añadir una imagen que nos sirva de referencia.
- **Screenshot** crea una imagen (.png) con la vista que tengamos en ese momento.
- **Axis Toggle** habilita/deshabilita los ejes de la parte inferior izquierda de la vista.

3.4. Menú View

- **Top, Front, Left Side, Left Iso, Bottom, Rear, Right Side** y **Right Iso** giran el diseño hasta dejarlo en una vista predefinida. Además podemos crear cuatro vistas personalizadas pulsando Mayúsculas + F1/F2/F3/F4 y usarlas simplemente mediante F1/F2/F3/F4.
- **Center** mueve el diseño de forma que el centro de rotación coincida con el centro de la ventana de trabajo.
- **Set Rotation Center** nos permite elegir un nuevo centro de rotación.
- **Fit On Screen** ajusta el diseño completo a la pantalla.
- **Adjust** abre una pantalla que nos permite controlar de forma detallada los parámetros relacionados con la vista.

3.5. Menú Model

- **Geometry** abre la ventana de geometría **Geom Browser**.
- **Type Editor** abre una ventana que nos permite crear y editar los *scripts* personalizados, pero no parece funcionar muy bien.
- **Set Editor** abre una ventana que nos permite editar los diez conjuntos (*sets*) que nos permite crear el programa, así como las partes visibles y no visibles.
- **Link** abre una ventana que nos permite generar enlaces entre diferentes propiedades de diferentes partes. Los enlaces no son bidireccionales.
- **Design Variables** abre una ventana que nos permite seleccionar, de entre todas las variables, cuales son las más importantes para nuestro diseño y modificarlas desde la misma ventana.
- **Labels** abre una ventana que nos permite añadir etiquetas a nuestro diseño, pero no parece funcionar muy bien.
- **Lighting** abre una ventana que nos permite configurar el juego de luces con el que visualizamos nuestro diseño.
- **Clipping** abre una ventana que nos permite recortar la visualización de los exteriores de nuestro diseño.
- **Texture** abre una ventana que nos permite añadir texturas a las superficies.
- El resto de opciones **Adv Link**, **User Params**, **Fit Model**, **Snap To** y **Variable Presets** no se estudiarán en este manual.

3.6. Menú Analysis

- **CompGeom** abre una herramienta que calcula las áreas y volúmenes de todas las partes en el diseño.
- **Planar Slice** abre una herramienta para calcular la distribución de áreas en el diseño.
- **Mass Prop** abre una herramienta para calcular la distribución de masas en el diseño.
- **Projected Area** abre una herramienta para calcular áreas proyectadas.
- **CFD Mesh** abre una herramienta para crear mallas CFD.
- **DegenGeom** abre una herramienta para crear geometrías degeneradas de nuestro modelo.
- **VSPAERO** abre una herramienta para calcular diferentes parámetros aerodinámicos.
- **Wave Drag** abre una herramienta para calcular el *wave drag*.

4. La ventana de geometría

En la ventana de geometría (**Geom Browser**) se pueden distinguir varias secciones:

- Arriba, ocupando todo el ancho, nos encontramos con dos secciones. La de más arriba nos permite añadir una nueva parte (**Part**) a través de una lista desplegable. Abajo, la sección **Active** nos indica qué parte está activa en ese momento, y además permite cambiar el nombre de dicha parte.
- Debajo de la sección **Active**, a la izquierda, sobre fondo blanco, nos encontramos la lista de partes. Esta lista muestra las partes de nuestro modelo de forma jerarquizada y nos permite seleccionar una o varias partes. Para seleccionar varias, se puede arrastrar con el ratón o usar las teclas Mayúsculas y Ctrl, de forma similar a la mayoría de programas informáticos.
- Debajo de la sección **Active**, a la derecha, encontramos los botones de la ventana de geometría, que nos permiten trabajar con las diferentes partes. Estos botones son descritos a continuación.

4.1. Botones de la ventana de geometría

- El botón **Delete** borra las partes que tenemos seleccionadas.
- Los botones **Copy**, **Paste** y **Cut**, agrupados en la sección **Clipboard**, son opciones conocidas similares a la mayoría de programas informáticos.
- Agrupados en la sección **Selection**, los dos primeros botones están relacionados con la selección en sí: el primero (**Select All**) selecciona todas las partes del modelo y el segundo (**Pick**) permite activar o desactivar el modo de seleccionar partes con el ratón.
- Los tres siguientes botones de la sección **Selection** están relacionados con las partes que queremos mostrar. **Show Only** hace visibles las partes que tenemos seleccionadas e invisibles el resto, mientras que **Show** y **No Show** activan o desactivan la visión de las partes que tenemos seleccionadas sin afectar a las demás partes.
- En la sección **Surface** encontramos cinco botones para indicar cómo queremos ver las superficies de nuestro modelo:
 - **Wire**: Nos muestra las superficies en forma de mallado transparente.
 - **Hidden**: Nos muestra las superficies en forma de mallado no transparente.
 - **Shade**: Nos muestra las superficies en modo sólido.
 - **Texture**: Muestras las texturas (si las hubiera).
 - **None**: Muestra solo las líneas maestras de la superficie.
- En la sección **Sets** encontramos una lista desplegable y cuatro botones. La lista nos permite seleccionar uno de los diez conjuntos que nos permite crear el programa. El botón **Show Only** hace visibles las partes correspondientes al conjunto seleccionado mediante la lista desplegable e invisibles el resto, mientras que **Show** y **No Show** activan o desactivan la visión de dicho conjunto.

5. Partes

Como hemos señalado anteriormente, desde la ventana de geometría podemos crear las diferentes partes de nuestro diseño. Al crear o seleccionar solo una parte concreta, aparece una nueva ventana con un título igual al tipo de parte que hayamos creado o seleccionado. A esta ventana le llamaremos **ventana de propiedades** y se divide en diferentes pestañas, según el tipo de parte.

Las partes pueden estar o no jerarquizadas. Todas las partes añadidas dependen como mínimo de la parte raíz que tenemos al empezar un proyecto y que por defecto se llama **Vehicle**. Cuando marcamos la parte raíz con el ratón aparece su nombre en la sección **Active** pero no se queda marcada ni aparece ninguna ventana de propiedades. Al crear una parte, OpenVSP la jerarquiza automáticamente haciéndola depender de la parte que está activa en ese momento. Por tanto, si queremos añadir una nueva parte no jerarquizada, antes de añadirla debemos seleccionar como activa la parte raíz.

Hay siete tipos de partes predefinidas, que describiremos a continuación.

5.1. Parte tipo POD

Este tipo de parte tiene cuatro pestañas:

- Pestaña **Gen**: Desde esta pestaña, común a todas las partes, podemos configurar una serie de propiedades generales, como el nombre de la parte, el color del mallado, el material (que influirá en el color cuando visualizemos la parte en modo sólido), la densidad del mallado, las propiedades de masa y los conjuntos predefinidos a los que queremos que pertenezca dicha parte.
- Pestaña **XForm**: Desde esta pestaña, común a todas las partes, podemos configurar diferentes propiedades geométricas de la parte, como la posición, la rotación, la simetría, la escala y la relación con la parte jerárquicamente superior, si la hubiera.
- Pestaña **Sub**: Desde esta pestaña, común a casi todas las partes, podemos crear sub-superficies que nos ayuden en nuestro diseño.
- Pestaña **Design**: Desde esta pestaña, que existe para casi todas las partes pero contiene propiedades diferentes, podemos configurar propiedades específicas de la parte. En este caso, la longitud y la relación longitud/radio máximo.

5.2. Parte tipo FUSELAGE

Este tipo de parte tiene seis pestañas:

- Pestaña **Gen**: Similar a lo explicado para la parte tipo POD.
- Pestaña **XForm**: Similar a lo explicado para la parte tipo POD.
- Pestaña **Sub**: Similar a lo explicado para la parte tipo POD.
- Pestaña **Design**: Similar a lo explicado para la parte tipo POD. En este caso las variables a configurar son la longitud y el orden de las secciones transversales.
- Pestaña **Skinning**: Desde esta pestaña podemos modificar las partes exteriores de nuestra fuselaje que se encuentran entre secciones transversales.
- Pestaña **Xsec**: Desde esta pestaña podemos modificar las secciones transversales: posición, rotación, tipo y propiedades geométricas.

5.3. Parte tipo WING

Este tipo de parte tiene siete pestañas:

- Pestaña **Gen**: Similar a lo explicado para la parte tipo POD.
- Pestaña **XForm**: Similar a lo explicado para la parte tipo POD.
- Pestaña **Sub**: Similar a lo explicado para la parte tipo POD.
- Pestaña **Plan**: Desde esta pestaña podemos modificar las propiedades del ala en su conjunto. Por ejemplo, permite modificar la geometría de la raíz o añadir *winglets*.
- Pestaña **Sect**: Desde esta pestaña podemos modificar las propiedades del ala sección a sección. Por ejemplo, permite modificar la cuerda al inicio y el final de la sección, o añadirle diedro o flecha.
- Pestaña **Airfoil**: Desde esta pestaña podemos modificar las propiedades del perfil.
- Pestaña **Modify**: Desde esta pestaña podemos modificar las propiedades del perfil para cada sección del ala.

5.4. Parte tipo STACK

Este tipo de parte tiene seis pestañas:

- Pestaña **Gen**: Similar a lo explicado para la parte tipo POD.
- Pestaña **XForm**: Similar a lo explicado para la parte tipo POD.
- Pestaña **Sub**: Similar a lo explicado para la parte tipo POD.
- Pestaña **Design**: Similar a lo explicado para la parte tipo POD. En este caso la única variable a configurar es el orden de las secciones transversales (se recomienda no tocar).
- Pestaña **Skinning**: Desde esta pestaña podemos modificar las partes exteriores de nuestra fuselaje que se encuentran entre secciones transversales.
- Pestaña **Xsec**: Desde esta pestaña podemos modificar las secciones transversales: posición, rotación, tipo y propiedades geométricas.

5.5. Parte tipo BLANK

Este tipo de parte tiene tres pestañas:

- Pestaña **Gen**: Similar a lo explicado para la parte tipo POD, excepto las propiedades de densidad y masa que no están activas.
- Pestaña **XForm**: Similar a lo explicado para la parte tipo POD.
- Pestaña **Mass**: Permite controlar la longitud de los ejes o asignar propiedades de masa al punto.

5.6. Parte tipo PROP

Este tipo de parte tiene siete pestañas:

- Pestaña **Gen**: Similar a lo explicado para la parte tipo POD.
- Pestaña **XForm**: Similar a lo explicado para la parte tipo POD.
- Pestaña **Sub**: Similar a lo explicado para la parte tipo POD.
- Pestaña **Design**: Desde esta pestaña podemos modificar las propiedades geométricas de la hélice y de las palas respecto al centro de la hélice.
- Pestaña **Blade**: Desde esta pestaña podemos modificar las propiedades de las diferentes curvas que definen las palas en conjunto (no por secciones).
- Pestaña **Xsec**: Desde esta pestaña podemos modificar las propiedades de los perfiles para las diferentes secciones de las palas.
- Pestaña **Modify**: Desde esta pestaña podemos modificar las propiedades geométricas para cada sección de la pala.

5.7. Parte tipo HINGE

Este tipo de parte tiene cuatro pestañas:

- Pestaña **Gen**: Similar a lo explicado para la parte tipo POD.
- Pestaña **XForm**: Similar a lo explicado para la parte tipo POD.
- Pestaña **Orient**: Permite seleccionar el eje de giro y nos ofrece una forma alternativa a la pestaña **XForm** de expresar los ejes de referencia de los giros.
- Pestaña **Motion**: Permite añadir un nuevo eje en línea discontinua para indicar las dimensiones concretas de un movimiento o un giro.

5.8. *Scripts* personalizados

Además de las partes predefinidas, desde el mismo menú que nos permite añadir partes podemos añadir *scripts* personalizados. Aparecen con números en la misma lista desplegable que nos permite elegir la parte que queremos añadir. Aunque internamente para OpenVSP funcionan de forma ligeramente diferente, en la práctica podemos considerarlos como partes similares a las estudiadas anteriormente. Por defecto tenemos diez:

- **Box**, **BoxGroup**, **Cone**, **Disk** y **Duct** nos permiten introducir fácilmente diferentes formas geométricas.
- **OnOffExample** es una prueba de concepto de una pieza en la que podemos añadir o quitar una parte de ella mediante un botón dentro de la ventana de propiedades.
- **PodMan** nos permite introducir una figura humana.
- **Seat** y **SeatGroup** permiten introducir asientos o grupos de asientos en nuestro diseño.
- **TransportFuse** nos permite introducir un tipo de fuselaje específicamente diseñado para aeronaves de transporte.

6. Modelado estructural con OpenVSP

Una herramienta muy interesante incluida en OpenVSP es **FEA Structure**, que nos permite hacer modelados estructurales del ala. Sin embargo, esta herramienta ha desaparecido de los menús en versiones posteriores a la 2.3.0, por lo que debemos irnos a esta versión para hacer uso de ella.

Usando OpenVSP 2.30, y teniendo un ala seleccionada en la ventana de geometría, en la barra de menús abrimos el menú **Geom** y pulsamos la opción **Wing Structure**, lo que nos abre una ventana que nos permite usar la herramienta **FEA Structure**. Esta herramienta de OpenVSP permite crear un mallado y exportarlo a varios programas de elementos finitos, en concreto a Nastran y Calculix.

6.1. Parámetros básicos de mallado

En la parte superior de la ventana **FEA Structure** encontramos los parámetros básicos del mallado, que describimos a continuación:

- **Default Element Size**: Tamaño por defecto de los elementos del mallado.
- **Min Element Size**: Tamaño mínimo permitido para los elementos del mallado.
- **Max Gap**: Máxima diferencia permitida entre los elementos y la geometría real.
- **Num Circle Segments**: Número de segmentos contenidos en un círculo al hacer el mallado.
- **Growth ratio**: Cambio de tamaño máximo permitido para dos elementos adyacentes.
- **Thickness scale**: Escala para los espesores respecto a la geometría real.

Para visualizar los conceptos **Max Gap**, **Num Circle Segments** y **Growth ratio** puede consultar la referencia [8], páginas 16 y 17.

6.2. Partes del mallado y su configuración

Debajo de los parámetros básicos de mallado encontramos el selector de sección del ala, que nos permite indicar con qué sección estamos trabajando en las pestañas que hay justo debajo. Dichas pestañas son cinco, que describimos a continuación:

- **Up Skin** nos permite decidir si la parte superior de la piel en esa sección será exportada o no, el espesor y la densidad por defecto, así como añadir **Splice Lines** en determinadas posiciones de la sección. Estas **Splice Lines** permiten modificar la distribución de espesores en la dirección transversal a la envergadura. Dicha distribución de espesores puede ser modificada mediante la herramienta llamada **Splices** que encontramos en la parte inferior de la pestaña (para añadir puntos, marcar **Add Splice** y después marcar con el ratón el punto que queremos añadir).
- **Low Skin** es similar a **Up Skin** pero para la parte inferior de la piel.
- **Ribs** nos permite añadir costillas y configurar su espesor, densidad, posición y flecha. La opción **Trim at Section Border** nos permite decidir si la costilla llega solamente hasta al límite de la sección o la traspasa.
- **Spars** es similar a **Ribs** pero para incluir largueros.

- **Pt Mass** permite incluir puntos de masa, pero la opción no parece funcionar muy bien (el punto de unión no se puede modificar).

Para entender mejor el uso de **Splice Lines** puede consultar la referencia [9], páginas 7 y 8.

6.3. Cálculo y exportación del mallado

En la parte inferior de la ventana **FEA Structure** encontramos tres botones, **Compute Mesh** que nos permite calcular la malla, **Export Mesh** que nos permite exportarla y **Show Mesh** que activa o desactiva la visualización de la malla en la ventana de trabajo. Por debajo de estos tres botones observamos un cuadro que nos permite ver los mensajes de texto generados durante el mallado. Finalmente, abajo del todo podemos configurar los nombres y la ubicación de los archivos en los que se realiza la exportación.

Referencias

- [1] <http://www.openvsp.org>, consultado el 15 de octubre de 2016.
- [2] http://www.openvsp.org/vid_tutorial.shtml, consultado el 15 de octubre de 2016.
- [3] <http://www.youtube.com/channel/UCgkncj4tKePKtX6mTcDHTDw>, consultado el 15 de octubre de 2016.
- [4] http://openvsp.calpoly.edu/files/VSP_Manual.pdf, consultado el 15 de octubre de 2016.
- [5] http://openvsp.calpoly.edu/vid_tutorial.shtml, consultado el 15 de octubre de 2016.
- [6] <http://www.youtube.com/user/VSPtutorials>, consultado el 15 de octubre de 2016.
- [7] <http://www.youtube.com/user/VSPmanual>, consultado el 15 de octubre de 2016.
- [8] http://openvsp.org/wiki/lib/exe/fetch.php?media=workshop15:vsp_compgeom_cfd_meshing.pdf, consultado el 15 de octubre de 2016.
- [9] <http://web.archive.org/web/20150611010100/http://enu.kz/repository/2011/AIAA-2011-357.pdf>, consultado el 15 de octubre de 2016.