

Software de obtención y procesamiento de datos a tiempo real con CUDA para sistema de interferometría

Anexo V: Manuales de Usuario

Proyecto de Fin de Carrera
INGENIERÍA TÉCNICA EN INFORMÁTICA DE SISTEMAS



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

Septiembre de 2012

Autor

Álvaro Sánchez González

Tutor

Guillermo González Talaván

Cotutor

Francisco Valle Brozas

Contenido

1. Introducción	9
2. Documento de instalación y configuración.....	11
2.1. <i>Requisitos hardware</i>	<i>11</i>
2.2. <i>Instalación paso-a-paso.....</i>	<i>12</i>
2.2.1. Ejecución del archivo de instalación.....	12
2.2.2. Ventana de inicio	12
2.2.3. Ventana de selección de versión	13
2.2.4. Selección del directorio de instalación	14
2.2.5. Ventana de confirmación	14
2.2.6. Ventana de instalación.....	15
2.2.7. Ventana final	16
2.3. <i>El programa tras la instalación</i>	<i>16</i>
2.4. <i>Desinstalación</i>	<i>17</i>
2.4.1. Desinstalación automática (recomendada)	17
2.4.2. Desinstalación manual	18
3. Manual de usuario.....	19
3.1. <i>Introducción a JetProcessing.....</i>	<i>19</i>
3.2. <i>Abriendo el programa.....</i>	<i>20</i>
3.2.1. Ventana de selección de modo	20
3.2.2. Abriendo el programa por primera vez	21
3.3. <i>Fijación de la fase de referencia</i>	<i>21</i>
3.3.1. Selección de la imagen (Getting Image)	22
3.3.2. Fijando tamaño (Setting Size).....	23

3.3.3.	Selección de máscara y origen de coordenadas (Setting Mask)	24
3.3.4.	Selección de máscara de Fourier (Setting Fourier Mask)	26
3.3.5.	Resultado (Result)	27
3.4.	<i>Pre-procesando y añadiendo una imagen</i>	28
3.4.1.	Pre-procesando una imagen desde la cámara	29
3.4.2.	Pre-procesando imágenes desde archivo	29
3.4.3.	Lista de imágenes	29
3.5.	<i>Procesando una imagen: Tipos de algoritmos</i>	31
3.5.1.	Invertir (Invert)	31
3.5.2.	Eliminar inclinación horizontal (Remove Horizontal Tilt)	31
3.5.3.	Eliminar inclinación vertical (Remove Vertical Tilt)	33
3.5.4.	Fijar el nivel base (Set Ground)	34
3.5.5.	Añadir un valor (Add Offset)	35
3.5.6.	Multiplicar por (Multiply by)	36
3.5.7.	Simetrizar (Make Symmetric)	36
3.5.8.	Inversión de Abel (Abel Inversion)	37
3.5.9.	Extraer un Rectángulo (Extract Rectangle)	39
3.5.10.	Extraer una Recta (Extract Line)	40
3.6.	<i>Procesando una imagen: Lista de algoritmos</i>	41
3.6.1.	Añadir algoritmo	42
3.6.2.	Guardar lista de algoritmos	42
3.6.3.	Cargar lista de algoritmos	43
3.6.4.	Otras operaciones sobre la lista de algoritmos	43
3.7.	<i>Vista de resultados</i>	43
3.7.1.	Etiqueta para el eje Z (Label Z)	44
3.7.2.	Escalado del eje Z	44
3.7.3.	Habilitar secuencia (Enable Sequence)	45
3.7.4.	Espectrograma (Spectrogram)	45
3.7.5.	Superficie en 3D (3D Surface)	47

3.7.6.	Superficie paramétrica (Parametric)	48
3.7.7.	Línea (Line)	49
3.8.	<i>Exportación de resultados</i>	50
3.8.1.	Fijar Carpeta de Salida (Select Output Folder)	50
3.8.2.	Guardar Datos (Save Data)	51
3.8.3.	Guardar Datos para toda la Serie (Save Data for the Series)	52
3.8.4.	Guardar Gráfico (Save Image)	53
3.8.5.	Guardar Gráfico para toda la Serie (Save Image for the Series)	53
3.8.6.	Guardar Vídeo para la Serie (Save Video for the Series)	53
3.8.7.	Guardar Animación para la Serie (Save Animation for the Series)	54
3.9.	<i>Cámara</i>	54
3.9.1.	Configuración de la cámara	54
3.9.2.	Simulador de cámara	56
3.10.	<i>Modo “en vivo” (Live Mode)</i>	56
3.10.1.	Botones de navegación	57
3.10.2.	Tipos de gráficos	58
3.10.3.	Imágenes por segundo (FPS)	58
3.10.4.	Aplicar algoritmos (Apply Algorithms)	59
3.10.5.	Actualizar automáticamente el eje Z (Auto Update Axes).....	59
3.10.6.	Reiniciar el rango de los ejes (Restart Axes Range Values).....	60
3.10.7.	Renovar referencia (Renew Reference).....	60
3.11.	<i>Proyectos</i>	60
3.11.1.	Estado de guardado	61
3.11.2.	Cargar Proyecto	61
3.11.3.	Guardar Proyecto.....	62
3.11.4.	Guardar Proyecto Como.....	62
3.12.	<i>Preferencias del programa</i>	62
3.13.	<i>Barra de estado</i>	64
3.14.	<i>Ayuda</i>	64

3.15.	<i>Proyectos de ejemplo</i>	64
3.16.	<i>Acerca de JetProcessing</i>	65

Índice de Figuras

Figura 1. Ejecución de instalador	12
Figura 2. Ventana inicial de instalación	13
Figura 3. Selección de versión para instalar	13
Figura 4. Selección del directorio de instalación	14
Figura 5. Pantalla de confirmación	15
Figura 6. Pantalla de instalación	15
Figura 7. Fin de instalación	16
Figura 8. Icono para los archivos de proyecto de JetProcessing	17
Figura 9. Confirmación de desinstalación	17
Figura 10. Desinstalación	18
Figura 11. Finalización de desinstalación	18
Figura 12. Imagen de la interfaz principal del programa al abrir el programa	19
Figura 13. Imagen de la interfaz principal del programa con un proyecto abierto	20
Figura 14. Selección de modo.....	21
Figura 15. Selección de la imagen de la referencia	22
Figura 16. Fijando tamaño.....	23
Figura 17. Fijando la máscara y el origen de coordenadas	25
Figura 18. Fijando la máscara de Fourier	27
Figura 19. Resultado para la fase de la referencia	28
Figura 20. Lista de imágenes	30
Figura 21. Algoritmo de inversión, antes y después.....	31
Figura 22. Fórmula pendiente regresión lineal horizontal.....	32
Figura 23. Fórmula eliminación inclinación lineal horizontal.....	32

Figura 24. Algoritmo de eliminación de la inclinación horizontal, antes y después	32
Figura 25. Fórmula pendiente regresión lineal vertical	33
Figura 26. Fórmula eliminación inclinación lineal vertical	33
Figura 27. Algoritmo de eliminación de la inclinación vertical, antes y después.....	34
Figura 28. Fórmula para fijar el nivel base	34
Figura 29. Algoritmo de fijado de nivel base, antes y después	34
Figura 30. Diálogo de selección de offset	35
Figura 31. Algoritmo de añadir offset, antes y después	35
Figura 32. Diálogo de selección de factor	36
Figura 33. Algoritmo de multiplicar por factor, antes y después	36
Figura 34. Algoritmo de simetrización, antes y después	37
Figura 35. Fórmula inversión de Abel	37
Figura 36. Diálogo de selección del número de vecinos	38
Figura 37. Algoritmo de Inversión de Abel, antes y después	39
Figura 38. Diálogo de selección de rectángulo.....	39
Figura 39. Algoritmo de extracción de rectángulo, antes y después	40
Figura 40. Diálogo de selección de recta	41
Figura 41. Lista de algoritmos.....	42
Figura 42. Zona de muestra de resultados.....	44
Figura 43. Gráfico con escalado manual	45
Figura 44. Imagen del espectrograma	46
Figura 45. Zoom sobre espectrograma	46
Figura 46. Gráfico de superficie 3d	47
Figura 47. Superficie paramétrica.....	49
Figura 48. Gráfico de línea.....	50
Figura 49. Diálogo de selección de nombre para la serie	52
Figura 50. Diálogo de selección de nombre para la serie	53
Figura 51. Diálogo de configuración de cámara	55
Figura 52. Ventana del modo “en vivo”	57

Figura 53. Botones de navegación	57
Figura 54. Iconos de selección de gráfico en el modo “en vivo”	58
Figura 55. Caja de imágenes por segundo en el modo "en vivo"	58
Figura 56. Tasa real de toma de imágenes.....	59
Figura 57. Casilla para aplicar algoritmos en el modo “en vivo”	59
Figura 58. Casilla de auto-actualización de los ejes.....	59
Figura 59. Reiniciar el rango	60
Figura 60. Renovar referencia	60
Figura 61. Barra de título con proyecto sin guardar	61
Figura 62. Barra de título con proyecto guardado	61
Figura 63. Diálogo de preferencias del programa	63
Figura 64. Ejemplo de barra de estado	64
Figura 65. Botones de navegación en la ayuda	64

1. Introducción

Este último anexo recoge los manuales de la aplicación.

Por una parte comienza con un manual de instalación y configuración donde se explican los requisitos hardware de la aplicación, así como el proceso de instalación.

A continuación se ofrece un manual dirigido al usuario, presentando y explicando todas las opciones de la aplicación.

2. Documento de instalación y configuración

2.1. *Requisitos hardware*

Para aprovechar al máximo la funcionalidad de la aplicación, es necesario satisfacer los siguientes requisitos de hardware:

- Tener disponible una tarjeta gráfica NVIDIA, compatible con la herramienta CUDA® para procesamiento en paralelo con el multiprocesador de la GPU. La lista de tarjetas compatibles se puede encontrar en la siguiente página: <http://developer.nvidia.com/cuda/cuda-gpus>. Además es necesario tener un driver compatible con CUDA. En la mayoría de los casos esto se logra simplemente instalando la última versión del driver de la tarjeta. Para más garantías, consúltese el manual de la tarjeta específica.
- Disponer de una cámara CCD compatible con la API uEye, versión 4.02 del driver de IDS IMAGING, para tomar las imágenes. Una lista de las cámaras compatibles se puede encontrar en: <http://www.ids-imaging.com/index.php>.

No obstante, estos dos requisitos no son estrictamente necesarios:

- En detrimento de la tarjeta con procesamiento en paralelo CUDA, la aplicación está también preparada para trabajar únicamente con la CPU. Sin embargo, el procesamiento será más lento (unas 10-20 veces más lento). Esta diferencia será prácticamente despreciable en el trabajo normal de la aplicación, sin embargo hará disminuir drásticamente el número de imágenes por segundo que se puedan tomar y procesar en el modo “en vivo”.
- En el caso de no disponer de la cámara CCD necesaria, el programa se podrá utilizar sin problema para procesar las imágenes tomadas con otra cámara, cargándolas en el programa en alguno de los formatos compatibles. No obstante, en ese caso, no se podrá utilizar el modo “en vivo” ni configurar los parámetros de la cámara. Si por alguna circunstancia se quiere echar un vistazo a esa funcionalidad sin disponer de una cámara compatible, el programa

cuenta con un simulador de cámara, que actúa como si de una cámara se tratase, tomando las imágenes de un directorio. Para más información sobre esta funcionalidad, consúltase el capítulo 3.9.2.

2.2. *Instalación paso-a-paso*

El programa cuenta con un instalador para la comodidad del cliente a la hora de instalarlo.

Los pasos de instalación son los siguientes:

2.2.1. Ejecución del archivo de instalación

Localice el archivo de instalación “JetProcessingInstaller.exe” en su sistema de ficheros y ejecútelo, haciendo doble-click sobre el icono, o botón derecho abrir/ejecutar.

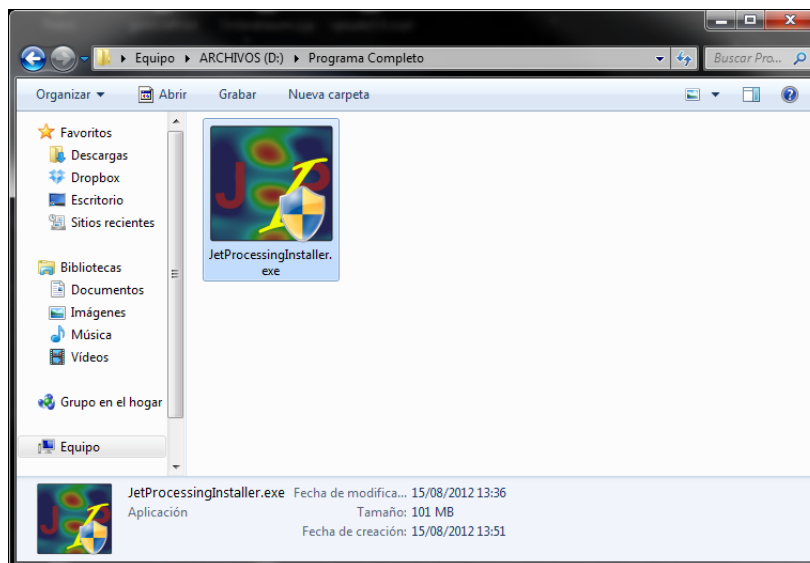


Figura 1. Ejecución de instalador

Si el sistema operativo solicita permiso de ejecución como administrador, concédalo.

2.2.2. Ventana de inicio

A continuación se mostrará la ventana de inicio del instalador, pulse “Next” para continuar con el proceso de instalación, o “Exit” para abandonarlo.

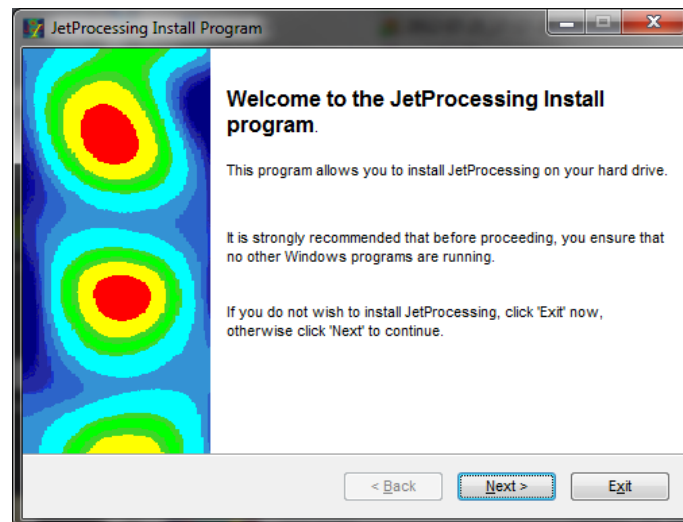


Figura 2. Ventana inicial de instalación

2.2.3. Ventana de selección de versión

Elija una de las dos versiones para instalar:

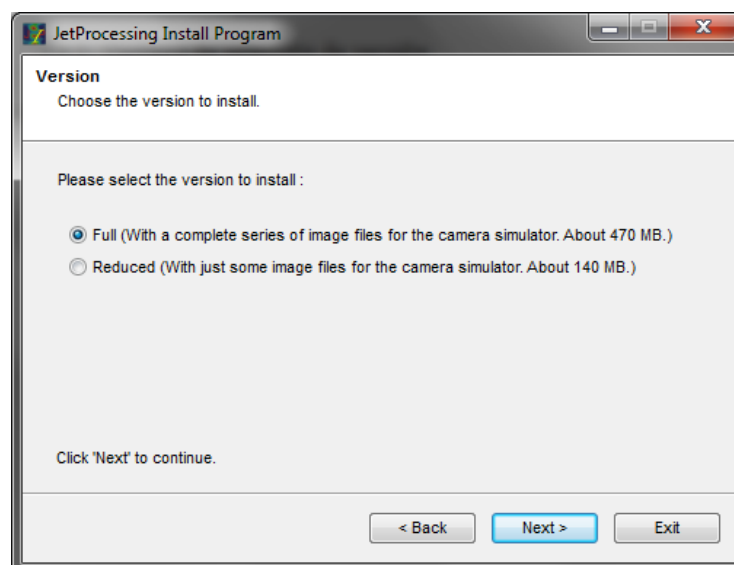


Figura 3. Selección de versión para instalar

- **Completa (Full):** Instala la versión completa de la aplicación, con todas las características, incluyendo 65 imágenes para el simulador de la cámara. Esta versión ocupa unos 470 MB de disco duro.
- **Reducida (Reduced):** Instala una versión reducida de la aplicación, en la que se ha disminuido considerablemente el número de imágenes disponibles para el

simulador de la cámara, disponiendo sólo de 8 imágenes. Esta versión ocupa unos 140 MB de disco duro.

Después de seleccionar la versión, pulse “Next” para continuar con el proceso de instalación, “Back” para regresar al paso anterior, o “Exit” para abandonar la instalación.

2.2.4. Selección del directorio de instalación

En este paso se puede elegir un directorio para la instalación del programa. Si no hay ninguna necesidad especial, se recomienda dejar el directorio por defecto.

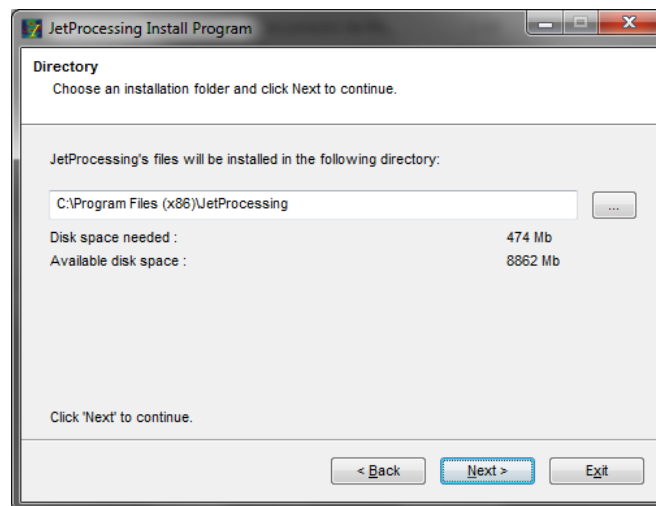


Figura 4. Selección del directorio de instalación

Pulse “Next” para continuar con el proceso de instalación, “Back” para regresar al paso anterior, o “Exit” para abandonar la instalación.

2.2.5. Ventana de confirmación

Tras completar el paso anterior aparecerá la ventana de confirmación.

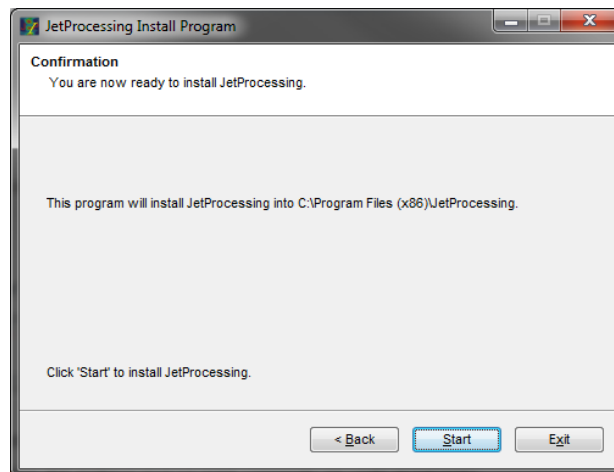


Figura 5. Pantalla de confirmación

Pulse “Start” para proceder con la instalación, “Back” para regresar al paso anterior, o “Exit” para abandonar la instalación.

2.2.6. Ventana de instalación

En esta ventana puede observar una barra de progreso de la instalación así como el nombre del archivo que se está copiando en cada momento.

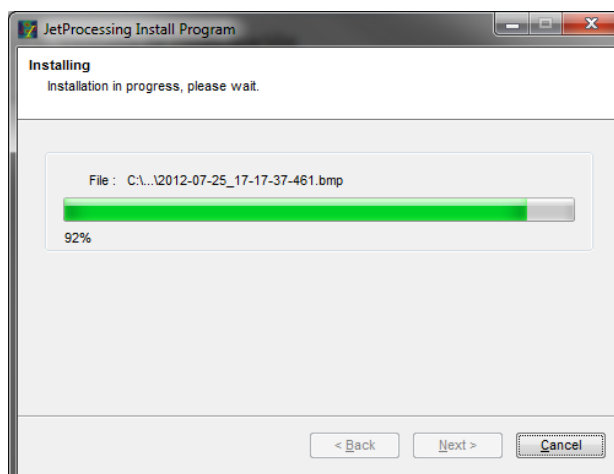


Figura 6. Pantalla de instalación

Pulse “Cancel” para interrumpir el proceso de instalación.

2.2.7. Ventana final

Una vez finalizada la instalación se muestra la ventana final. Si se hace click sobre el botón “View help file”, se abrirá la ayuda del programa.

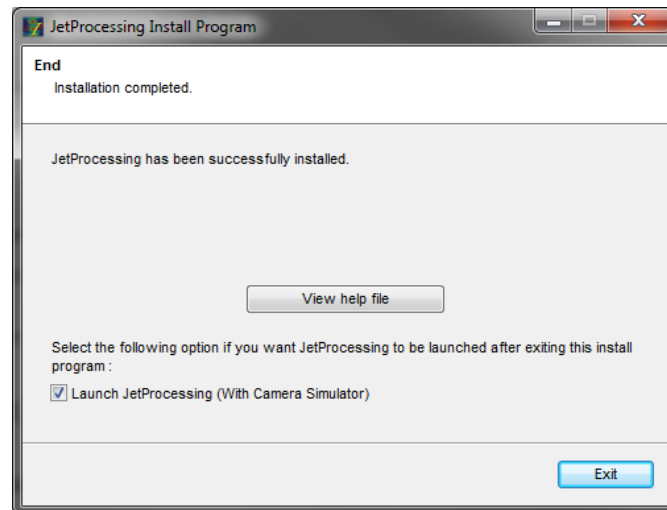


Figura 7. Fin de instalación

Si se marca la casilla “Launch JetProcessing (With Camera Simulator)” una instancia del programa con el simulador de cámara cargado se abrirá al cerrar el instalador.

Pulse “Exit” para salir del instalador.

2.3. ***El programa tras la instalación***

Los elementos que se crean tras instalar la aplicación son los siguientes:

- Accesos directos en el escritorio: Se crearán dos accesos directos al programa, JetProcessing.Ink y JetProcessing (With Camera Simulator).Ink, de forma que el segundo de ellos ejecutará el programa con el simulador de cámara.
- Menú inicio: se creará una entrada en el menú inicio con el nombre JetProcessing, con accesos directos al programa, así como a la ayuda (Help) y al desinstalador (Uninstall JetProcessing).

Otros elementos que se crearán son:

- Archivos del programa en la carpeta de instalación del programa indicada durante el proceso de instalación.
- Entradas en el registro para asociar a la extensión “.jpp” el programa JetProcessing (Sin simulador) y el icono creado para esos archivos.



Figura 8. Icono para los archivos de proyecto de JetProcessing

- Una vez ejecutada la aplicación por primera vez, se creará en la carpeta local de datos de aplicación del usuario (#LocalAppData#), una carpeta con el nombre JetProcessing, donde se guardarán los archivos con las preferencias del programa y los parámetros de la cámara.

2.4. Desinstalación

2.4.1. Desinstalación automática (recomendada)

Para desinstalar la aplicación de forma automática, váyase a Menú Inicio→JetProcessing→Uninstall JetProcessing.

Confirme en la primera pantalla, presionando “Aceptar”:

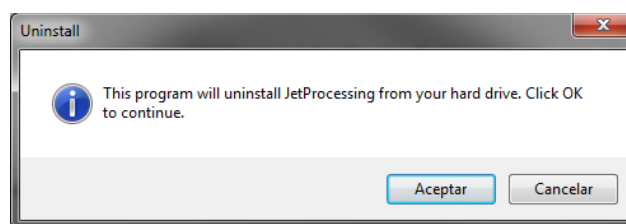


Figura 9. Confirmación de desinstalación

El programa se desinstalará eliminando todos los elementos instalados:

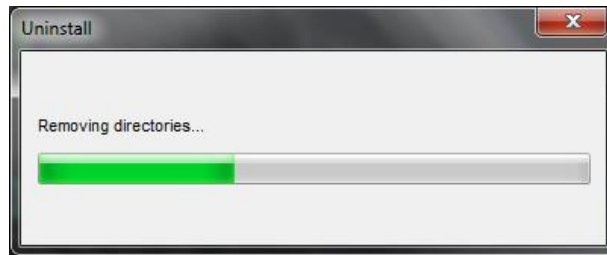


Figura 10. Desinstalación

Y mostrará la pantalla de finalización (Presione “Aceptar” para salir):

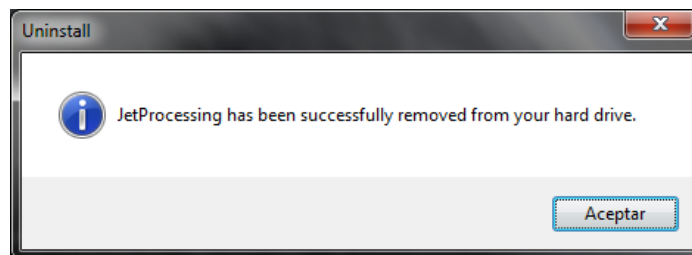


Figura 11. Finalización de desinstalación

2.4.2. Desinstalación manual

Si por algún motivo se desea desinstalar la aplicación de forma manual los elementos que hay que eliminar son los siguientes:

- Carpeta de instalación del programa que se indicó durante el proceso de instalación.
- Carpeta de guardado de preferencias del programa, llamada JetProcessing, y ubicada en la carpeta local de datos de aplicación del usuario (#LocalAppData#).
- Accesos directos en el escritorio: “JetProcessing.lnk” y “JetProcessing (With Camera Simulator).lnk”.
- Entrada en el Menú Inicio: JetProcessing.
- Las siguientes entradas en el registro:
 - HKEY_CLASSES_ROOT\.jpp
 - HKEY_CLASSES_ROOT\JetProcessing Project
 - HKEY_CLASSES_ROOT\JetProcessing Project File

3. Manual de usuario

3.1. Introducción a JetProcessing

JetProcessing es una aplicación pensada para el procesamiento de imágenes de interferencia óptica realizada con un láser atravesando un medio, sustancia u objeto y su posterior tratamiento, así como un procesamiento en tiempo real que permita observar los cambios de fase del medio.

El nombre, JetProcessing, procede de una de sus utilidades, que es la obtención y el procesamiento de una imagen de un jet de gas, que, aunque transparente a los ojos, se puede observar a tiempo real con el programa realizando las operaciones adecuadas.

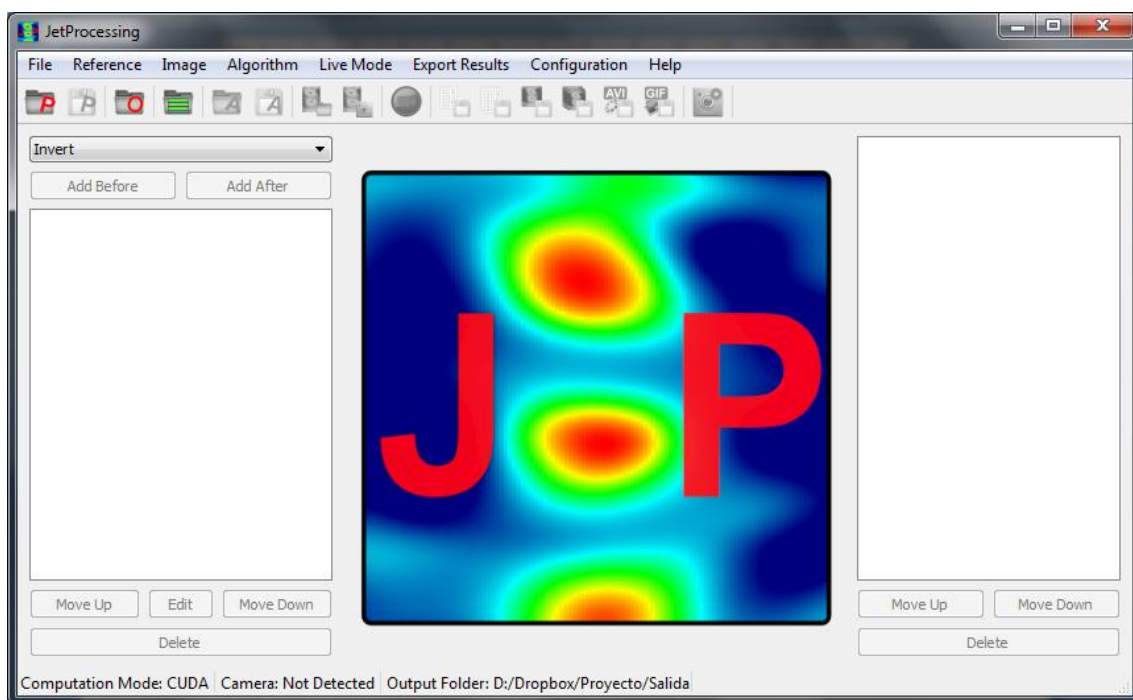


Figura 12. Imagen de la interfaz principal del programa al abrir el programa

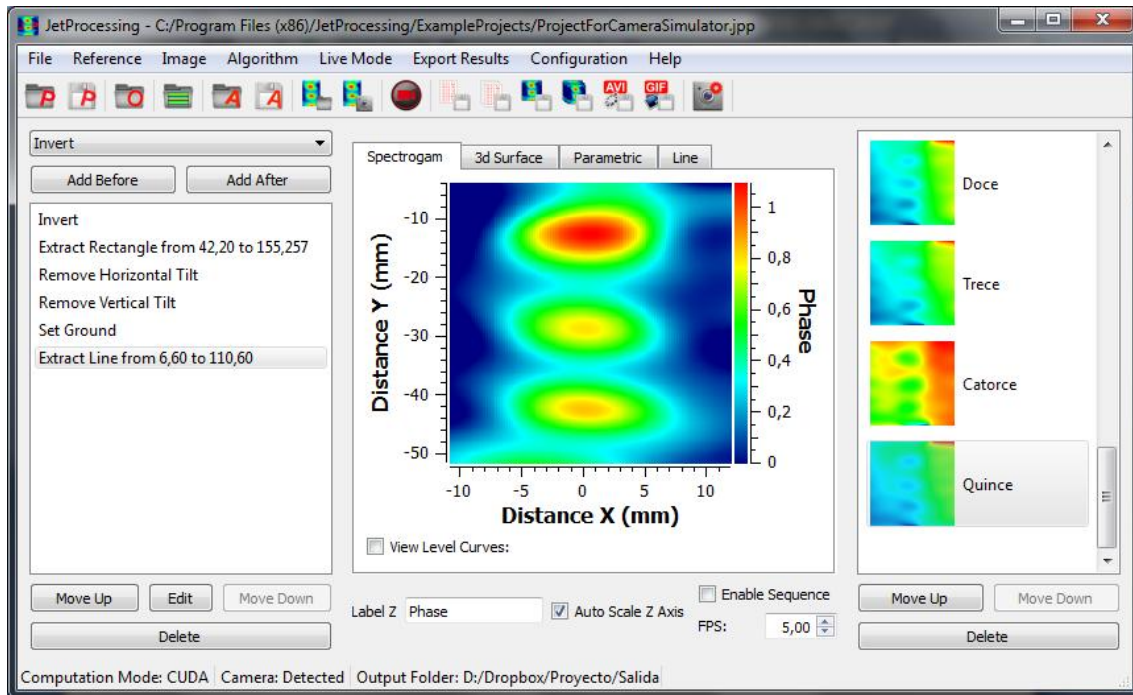


Figura 13. Imagen de la interfaz principal del programa con un proyecto abierto

Durante el manual siempre se hablará de un jet de gas, aunque las técnicas se pueden aplicar de la misma forma para cualquier medio u objeto que deje pasar el láser a través de él.

3.2. Abriendo el programa

Cuando se abra el programa se podrán encontrar los siguientes elementos:

3.2.1. Ventana de selección de modo

JetProcessing está pensado para poder trabajar con el sistema CUDA de las tarjetas NVIDIA para el procesamiento en paralelo más rápido de las imágenes de la fase.

Esta ventana sólo aparecerá si su equipo es compatible con este sistema y le permitirá elegir el modo de cálculo para la aplicación con un diálogo como el siguiente:

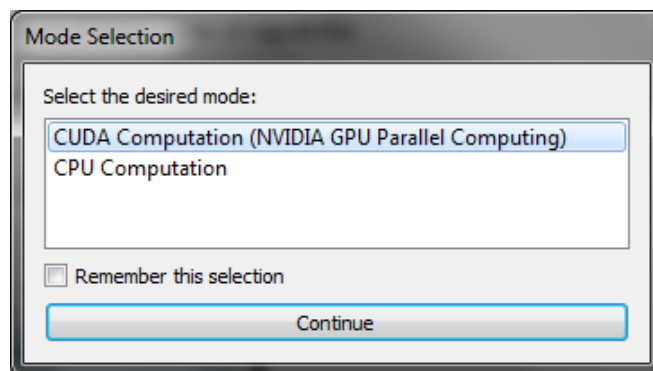


Figura 14. Selección de modo

Elija la primera opción para utilizar el sistema CUDA para los cálculos (recomendado), o la segunda opción para realizar los cálculos de forma regular con la CPU.

Si selecciona la casilla “Remember this selection”, el modo elegido se utilizará cada vez que se inicie el programa, sin preguntar de nuevo. Para reactivar este diálogo, consulte el capítulo 3.12.

Para continuar pulse “Continue”, o bien haga doble-click sobre la opción elegida.

En los equipos sin una tarjeta compatible con CUDA, este diálogo no aparecerá y se seleccionará automáticamente la CPU.

3.2.2. Abriendo el programa por primera vez

Al abrir el programa por primera vez, se configurarán todos los valores por defecto para las preferencias y se solicitará un directorio de trabajo. Para más información acerca de estas dos características, véanse los apartados 3.12 y 3.8.1.

3.3. Fijación de la fase de referencia

Para el tipo de imágenes que se pueden procesar con JetProcessing es necesario siempre fijar una imagen de la referencia, tomada con el medio de referencia, sin el jet de gas, así como configurar algunos parámetros de procesamiento. Los parámetros que se configuren se aplicarán además en el procesado de las imágenes que se carguen.

Este paso es fundamental, y sin él no se podrá realizar ningún procesamiento.

Para realizarlo vaya al menú Reference → Change Reference, pulse Ctrl+R, o bien haga

click sobre el icono  en la barra de herramientas.

3.3.1. Selección de la imagen (Getting Image)

El primer paso es seleccionar la imagen de la referencia, para lo que se proporciona un diálogo como el siguiente:

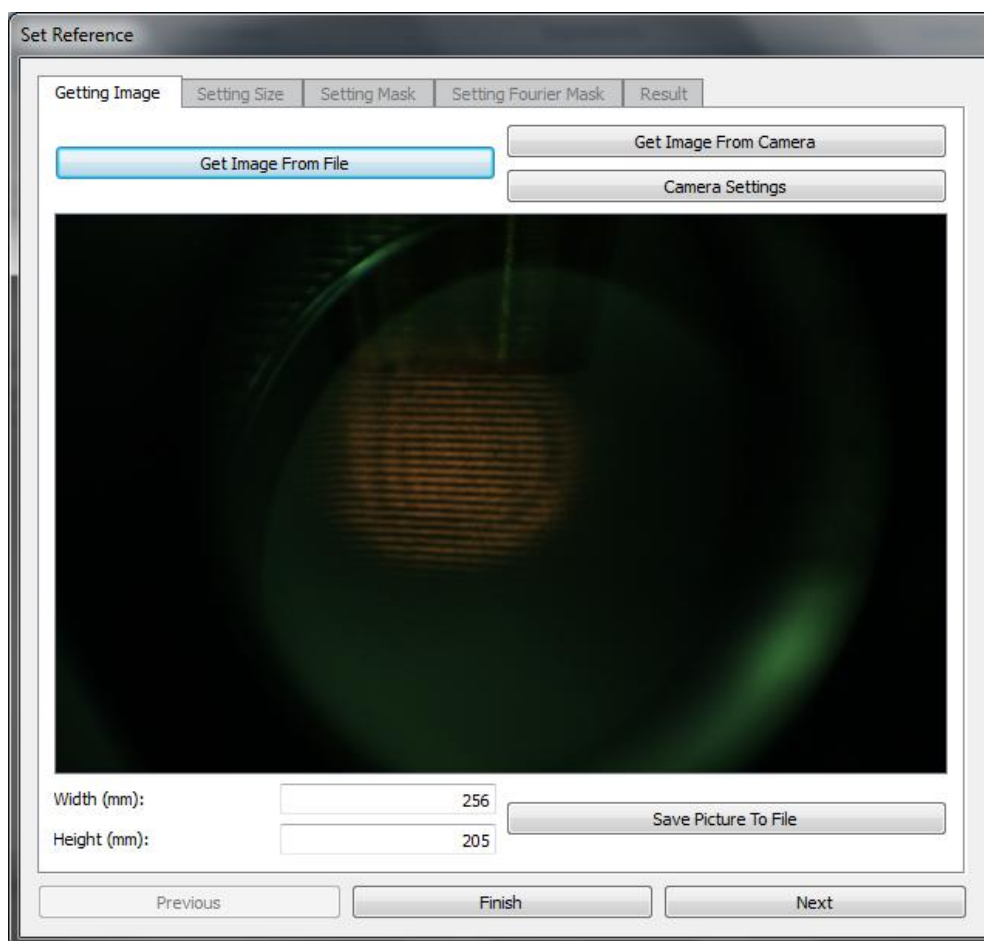


Figura 15. Selección de la imagen de la referencia

Los elementos disponibles:

- Get Image From File: Lanza una ventana para elegir un archivo de imagen para la referencia.

- Get Image From Camera: Sólo estará disponible si se detecta una cámara. Toma una imagen de la cámara para la referencia.
- Camera Settings: Sólo estará disponible si se detecta una cámara. Permite cambiar las preferencias de la cámara. Véase 3.9.1.
- Width (mm) y Height (mm): Cuadros para introducir el ancho y el alto real en milímetros de la imagen. Estos datos servirán para establecer los valores de los ejes en los gráficos.
- Save Picture to File: Lanza una ventana para guardar la imagen actual de la referencia en un archivo.

Una vez establecidos todos los valores, pulse “Next” para continuar.

3.3.2. Fijando tamaño (Setting Size)

El segundo paso brinda la posibilidad de realizar operaciones sobre la imagen, como giros, transformación de espejo,...

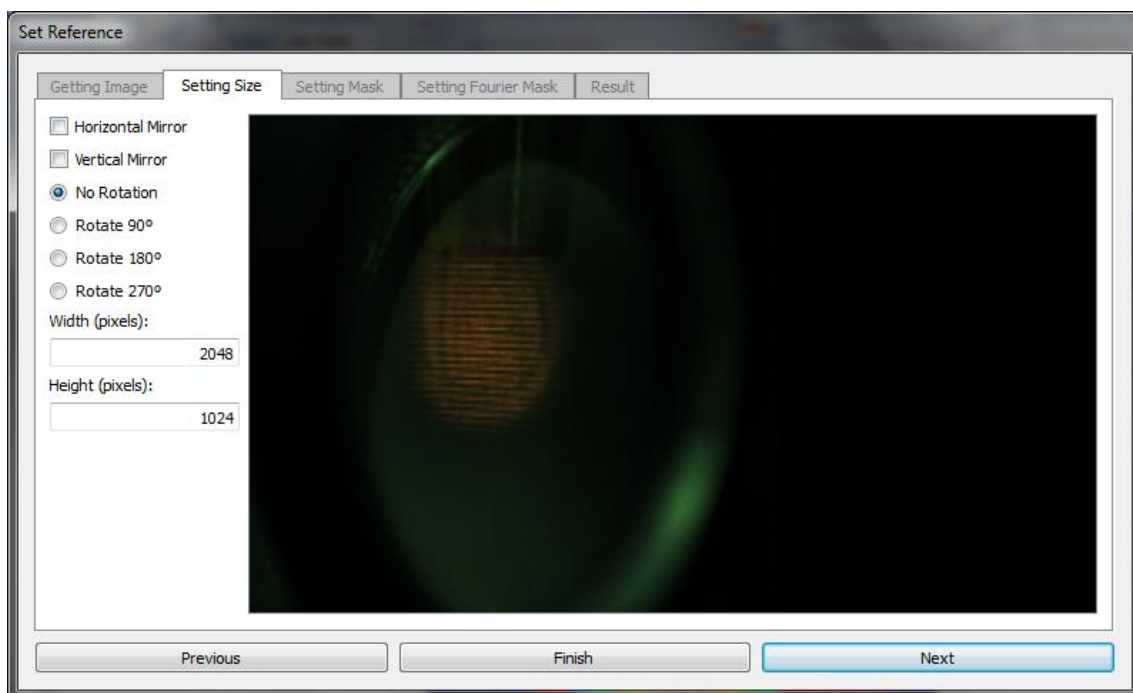


Figura 16. Fijando tamaño

Los elementos disponibles son los siguientes:

- Horizontal Mirror: Si se selecciona esta casilla se transformará la imagen con una reflexión con eje vertical.
- Vertical Mirror: Si se selecciona esta casilla se transformará la imagen con una reflexión con eje horizontal.
- No Rotation, Rotate 90°, Rotate 180°, Rotate 270°: Determina un ángulo de rotación en el sentido de las agujas del reloj para la imagen.
- Width (pixels) y Height (pixels): Una de las operaciones que se realiza sobre la imagen es la transformada de Fourier con el algoritmo FFT (Fast Fourier Transform). Para este algoritmo es necesario que tanto el ancho como el alto sean un número potencia de 2. En estas casillas se determina el ancho y alto respectivamente para la imagen, de forma que, introducido un valor, el programa aproximará a la siguiente potencia de 2.

Todas estas operaciones se podrán observar en la vista previa a medida que se seleccionan aplicadas sobre la imagen de referencia actual.

Una vez establecidos todos los valores, pulse “Next” para continuar.

3.3.3. Selección de máscara y origen de coordenadas (Setting Mask)

En esta fase se debe seleccionar, mediante la interfaz disponible, la zona de la imagen que interesa para el cálculo aplicando una máscara negra al resto, así como el origen de coordenadas, el punto (0,0) para los gráficos.

Los elementos disponibles son los siguientes:

- Save Values to File: Permite guardar los parámetros a un archivo con extensión “.msk1”.
- Load Values from File: Permite cargar los parámetros desde un archivo con extensión “.msk1”.
- Origin Coordinates (x,y): los valores en píxeles respecto de la coordenada superior izquierda donde se sitúa el origen de coordenadas. Para fijarlo

modifíquense los valores de las cajas, o bien hágase doble click con el botón izquierdo sobre la vista previa de la izquierda.

- Mask Coordinates (X min, X max, Y min, Y max): los valores en píxeles respecto de la coordenada superior izquierda donde se sitúan las coordenadas de la esquina superior izquierda y la inferior derecha del rectángulo de máscara. Para fijarlo modifíquense los valores de las cajas, o pínchese y arrástrese con el botón derecho en la vista previa de la izquierda. Una vista previa de la zona seleccionada con la máscara se puede ver a la derecha.

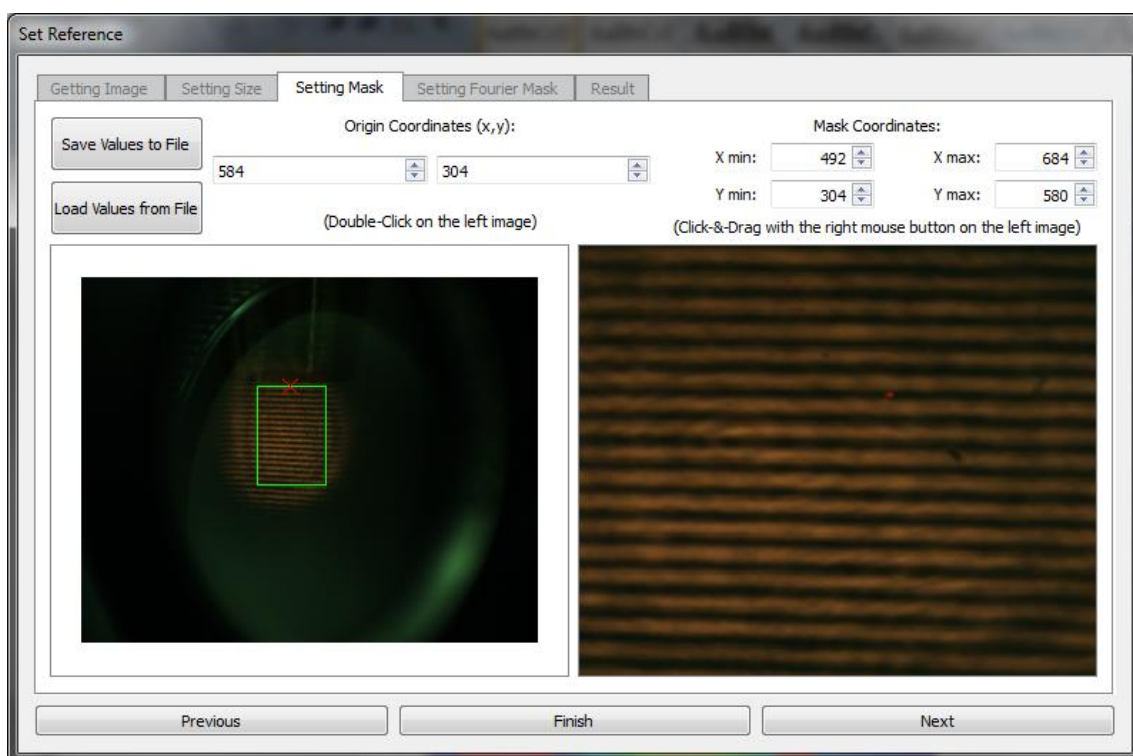


Figura 17. Fijando la máscara y el origen de coordenadas

Para mayor comodidad, en la vista previa de la izquierda se puede hacer zoom con la rueda del ratón, así como avanzar hacia otra zona de la imagen pinchando y arrastrando con el botón izquierdo.

Una vez establecidos todos los valores, pulse “Next” para continuar.

3.3.4. Selección de máscara de Fourier (Setting Fourier Mask)

En esta fase se debe seleccionar, mediante la interfaz disponible, una máscara sobre la imagen de la transformada de Fourier, que se usará para filtrar la imagen en frecuencia: calculando la transformada, aplicando la máscara, e invirtiendo la transformada de Fourier.

Los elementos disponibles son los siguientes:

- **Save Values to File:** Permite guardar los parámetros a un archivo con extensión “.msk2”.
- **Load Values from File:** Permite cargar los parámetros desde un archivo con extensión “.msk2”.
- **Mask Coordinates (X min, X max, Y min, Y max):** los valores en píxeles respecto de la coordenada superior izquierda donde se sitúan las coordenadas de la esquina superior izquierda y la inferior derecha del rectángulo de máscara. Para fijarlo modifíquense los valores de las cajas, o pínchese y arrástrese con el botón derecho en la vista previa de la izquierda. Una vista previa de la zona de la seleccionada con la máscara se puede ver a la derecha.
- **Preview Gain:** Ganancia que se aplica a las vistas previas de la transformada de Fourier. Modifíquese este valor para mejorar la visualización de las vistas previas.

Para mayor comodidad, en la vista previa de la izquierda se puede hacer zoom con la rueda del ratón, así como avanzar hacia otra zona de la imagen pinchando y arrastrando con el botón izquierdo.

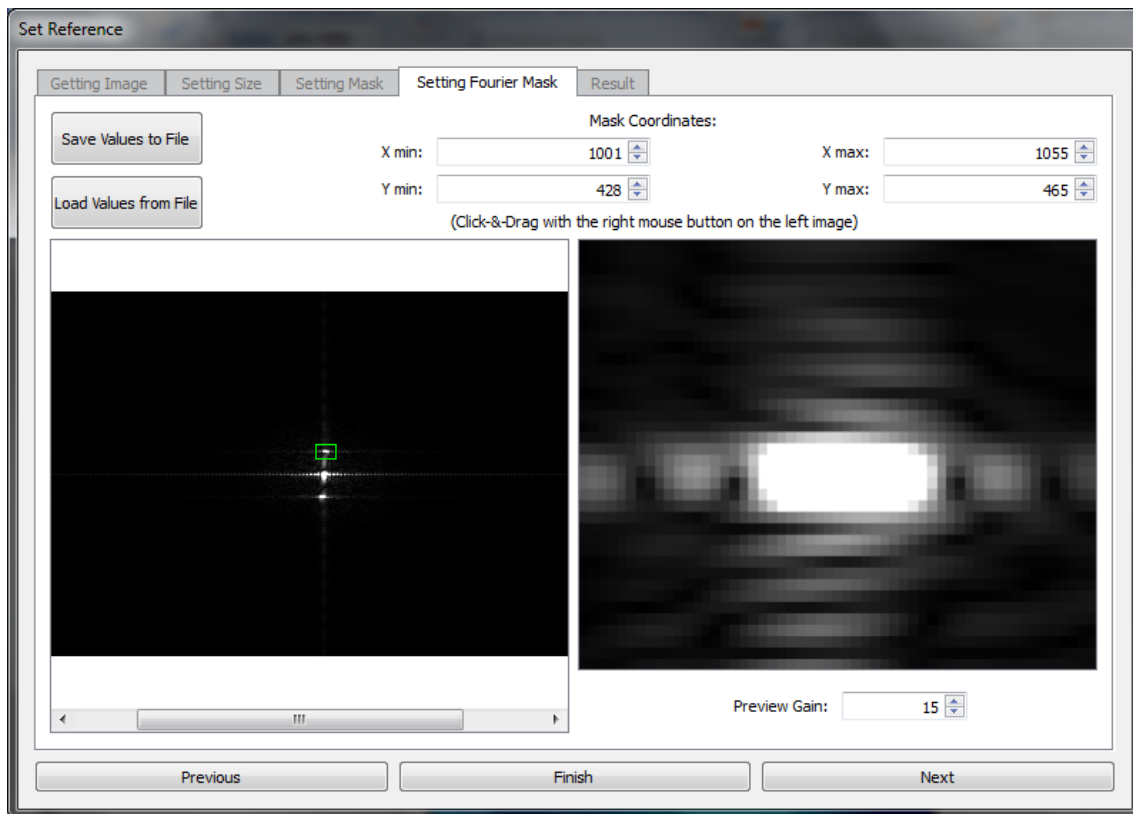


Figura 18. Fijando la máscara de Fourier

Una vez establecidos todos los valores, pulse “Next” para continuar.

3.3.5. Resultado (Result)

Llegado a este punto ya se han fijado todos los parámetros necesarios. Se mostrará una imagen de la fase de la referencia en la zona de interés, después de haber aplicado el filtrado en frecuencia.

Nótese que la fase que aparece, aparece entre 0 y 2π , con discontinuidades. La referencia que se usará para procesar las imágenes, será una imagen como esa, pero con la fase continua, es decir, partiendo del centro de la imagen, cada vez que se encuentre un salto en la fase, se añade o resta 2π , para al final llegar a una imagen con valores entre $-2\pi \cdot n$ y $2\pi \cdot m$.

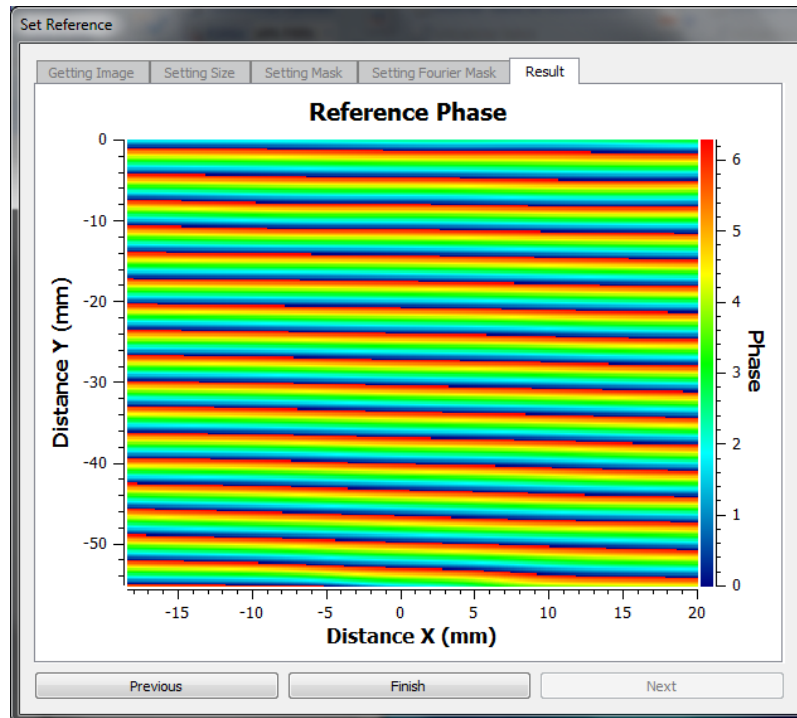


Figura 19. Resultado para la fase de la referencia

Pulse “Finish” para acabar.

3.4. Pre-procesando y añadiendo una imagen

Para obtener una primera imagen del jet de gas que se está midiendo, es necesario pre-procesar la imagen de interferencia tomada con la imagen de la fase continua de referencia, obtenida en el apartado anterior.

Este proceso consiste en aplicar las mismas operaciones que se aplicaron a la referencia:

- Modificarla y establecerla a un tamaño adecuado potencia de 2.
- Aplicarle una máscara para la zona de interés.
- Realizar la transformada de Fourier.
- Filtrar las frecuencias deseadas con la otra máscara.
- Realizar la transformada de Fourier inversa.
- Obtener la fase de la zona deseada.
- Hacer la fase continua.

A lo que se añade el paso donde entra en juego la referencia:

- Restar a la fase para la imagen que se está procesando, la imagen de la fase continua de la referencia.

Una vez realizado todo este proceso, se obtiene la primera imagen del jet de gas, que será lo que se añada a la lista de imágenes, con su vista previa.

3.4.1. Pre-procesando una imagen desde la cámara

Para pre-procesar y añadir una imagen de interferencia desde la cámara vaya al menú Image → Process Image from Camera, pulse I+C, o bien haga click sobre el icono



en la barra de herramientas.

Obviamente esto sólo se podrá realizar si el sistema detecta una cámara disponible.

3.4.2. Pre-procesando imágenes desde archivo

Para pre-procesar y añadir una o varias imágenes de interferencia desde un archivo vaya al menú Image → Process Images from File, pulse I+L, o bien haga click sobre el



icono en la barra de herramientas.

3.4.3. Lista de imágenes

Todas las imágenes que se pre-procesan se añaden a la lista de imágenes, a la derecha de la interfaz principal.

Esta lista cuenta con una vista previa de la imagen pre-procesada, así como con una etiqueta o nombre para la imagen.

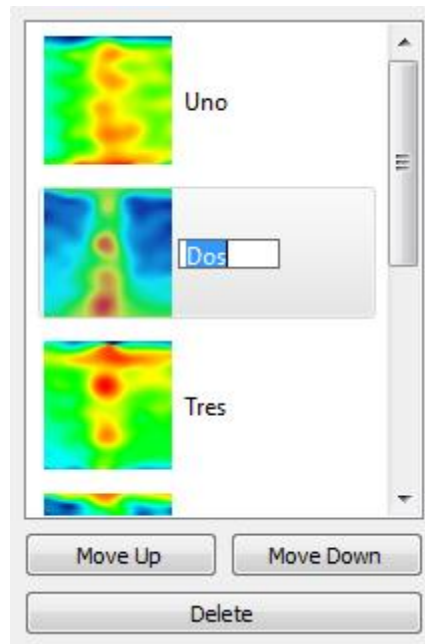


Figura 20. Lista de imágenes

Las operaciones que se pueden realizar sobre esta lista de imágenes son:

- Cambiar el nombre de la imagen: seleccionando la imagen cuyo nombre se quiere guardar, y, o bien pulsando F2, o bien pulsando de nuevo sobre el nombre de la misma imagen.
- Mover la imagen seleccionada arriba: mediante el menú Image → Move Up, pulsando I+FlechaArriba, o bien, pulsando sobre el botón “Move Up”.
- Mover la imagen seleccionada abajo: mediante el menú Image → Move Down, pulsando I+FlechaAbajo, o bien, pulsando sobre el botón “Move Down”.
- Eliminar la imagen seleccionada: mediante el menú Image → Delete, pulsando I+Supr, o bien, pulsando sobre el botón “Delete”.
- Eliminar todas las imágenes: mediante el menú Image → Delete All, o pulsando Ctrl+Shift+Supr. Se mostrará un diálogo de confirmación al que se debe responder “Ok”.

3.5. *Procesando una imagen: Tipos de algoritmos*

Ya se ha pre-procesado una imagen con la referencia, y por lo tanto, obtenido una primera imagen del jet de gas. Sin embargo, esta primera imagen, no suele ser buena, e incluso puede aparecer invertida.

Para salvar eso, se añade la segunda parte del procesado: la aplicación de algoritmos u operaciones (de ahora en adelante simplemente algoritmos, aunque algunos estrictamente no lo sean) a la imagen inicial, hasta llegar al resultado final.

Los algoritmos que se pueden utilizar, son los siguientes:

3.5.1. Invertir (Invert)

Este algoritmo invierte la imagen, es decir, transforma los valores positivos en negativos y viceversa.

El resultado de aplicación del algoritmo es el siguiente:

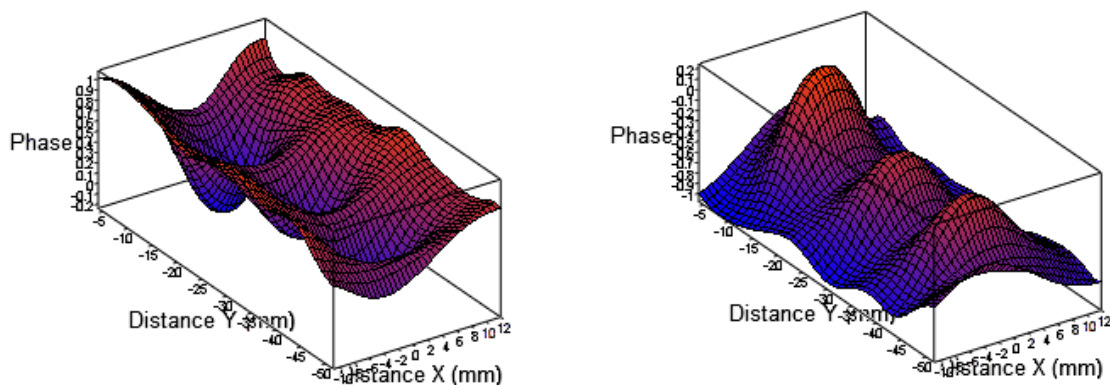


Figura 21. Algoritmo de inversión, antes y después

Se puede aplicar tanto a una imagen, como a una línea extraída de una imagen.

3.5.2. Eliminar inclinación horizontal (Remove Horizontal Tilt)

Este algoritmo elimina la inclinación horizontal, mediante reducción a mínimos cuadrados.

Calcula la pendiente óptima para cada recta horizontal mediante la fórmula:

$$m = \frac{\sum x \cdot \sum z - n \cdot \sum (x \cdot z)}{(\sum x)^2 - n \cdot \sum x^2}$$

Figura 22. Fórmula pendiente regresión lineal horizontal

A continuación hace la media de todas esas pendientes, y considera que esa pendiente media es la inclinación lineal horizontal que posee la imagen, y por lo tanto la elimina aplicando a cada punto la siguiente fórmula:

$$z(x, y) = z(x, y) - \bar{m} \cdot \left(x - \frac{(x_{max} - x_{min})}{2}\right)$$

Figura 23. Fórmula eliminación inclinación lineal horizontal

El resultado de aplicación del algoritmo es el siguiente:

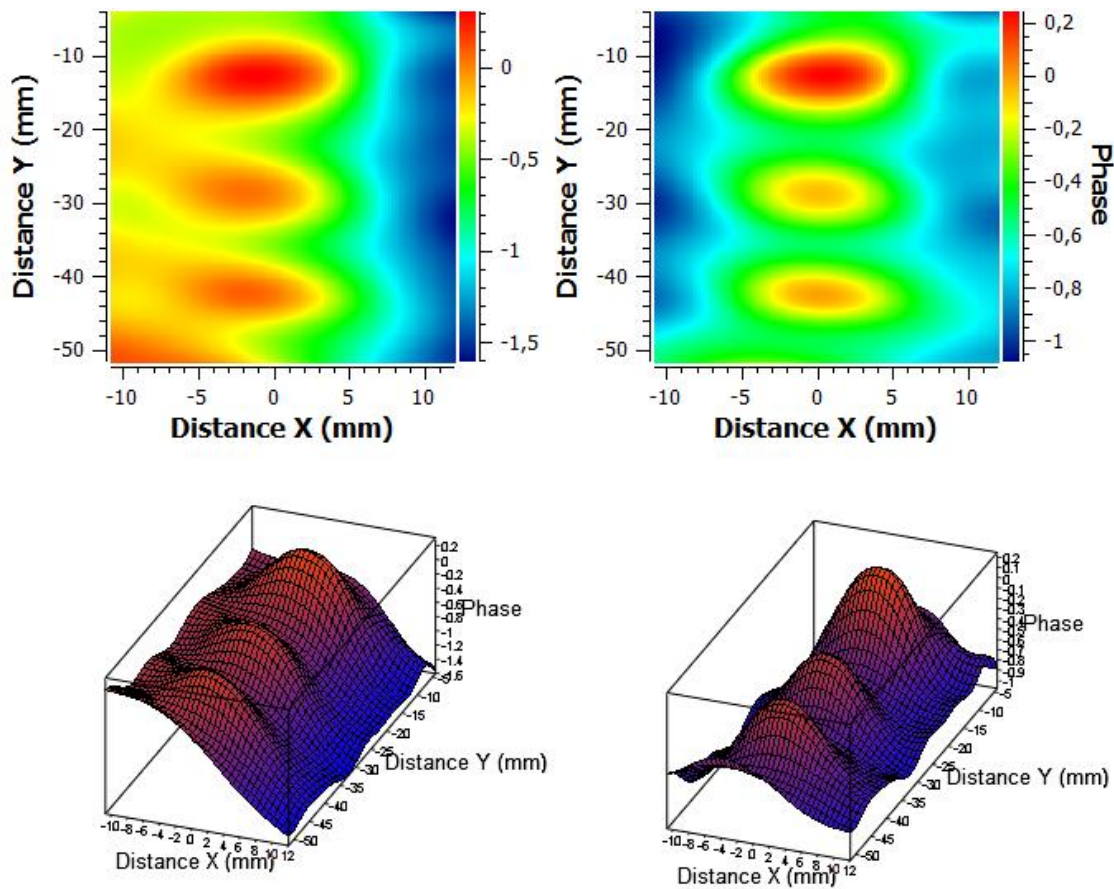


Figura 24. Algoritmo de eliminación de la inclinación horizontal, antes y después

Se puede aplicar tanto a una imagen, como a una línea extraída de una imagen.

3.5.3. Eliminar inclinación vertical (Remove Vertical Tilt)

Este algoritmo elimina la inclinación vertical, mediante reducción a mínimos cuadrados.

Calcula la pendiente óptima para cada recta vertical mediante la fórmula:

$$m = \frac{\sum y \cdot \sum z - n \cdot \sum (y \cdot z)}{(\sum y)^2 - n \cdot \sum y^2}$$

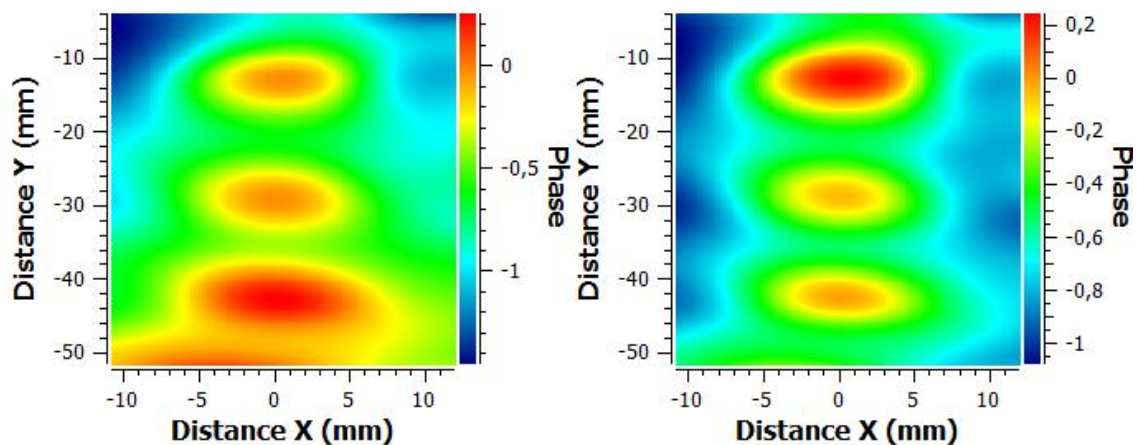
Figura 25. Fórmula pendiente regresión lineal vertical

A continuación hace la media de todas esas pendientes, y considera que esa pendiente media es la inclinación lineal vertical que posee la imagen, y por lo tanto la elimina aplicando a cada punto la siguiente fórmula:

$$z(x, y) = z(x, y) - \bar{m} \cdot (y - \frac{y_{max} - y_{min}}{2})$$

Figura 26. Fórmula eliminación inclinación lineal vertical

El resultado de aplicación del algoritmo es el siguiente:



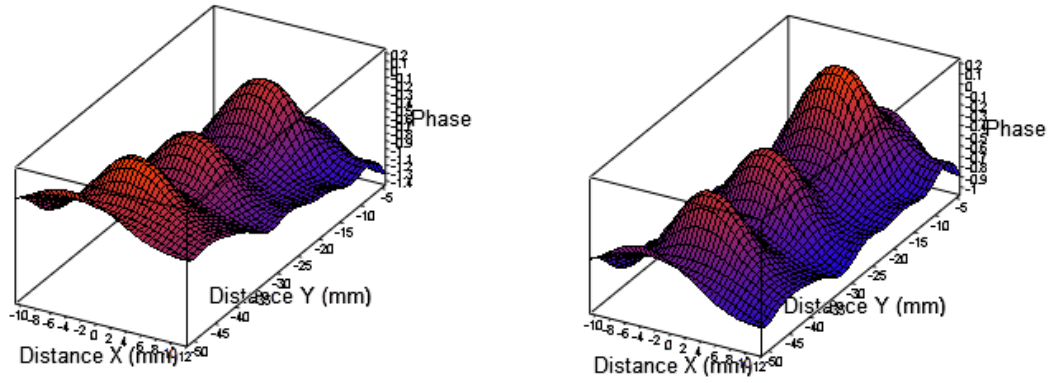


Figura 27. Algoritmo de eliminación de la inclinación vertical, antes y después

3.5.4. Fijar el nivel base (Set Ground)

Este algoritmo elimina ruido de fondo de la imagen. Para ello, establece un valor base, promediando los valores de los puntos a lo largo primera y de la última recta vertical de la imagen, zona donde se supone que no hay jet de gas.

Una vez fijado ese valor, b , establece el nivel base al 0, aplicando la siguiente expresión:

$$z(x, y) = \begin{cases} 0, & \text{si } z(x, y) < b \\ z(x, y) - b, & \text{si } z(x, y) \geq b \end{cases}$$

Figura 28. Fórmula para fijar el nivel base

El resultado de aplicación del algoritmo es el siguiente:

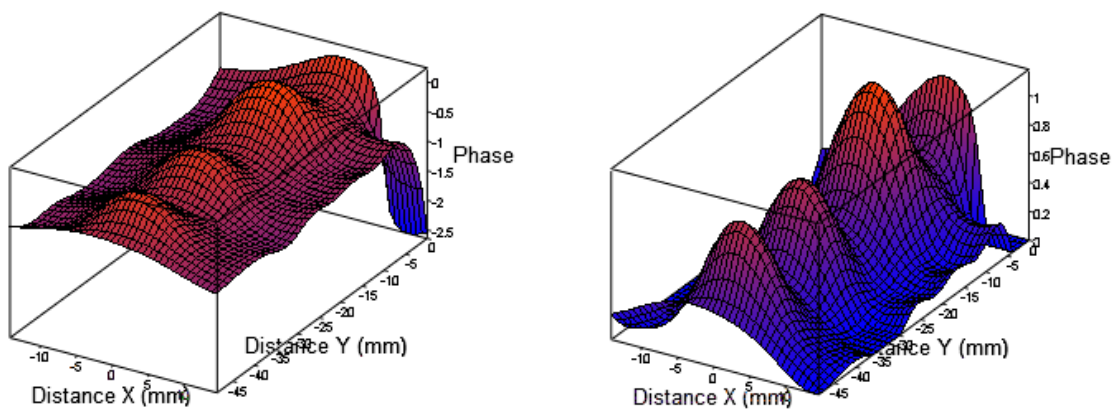


Figura 29. Algoritmo de fijado de nivel base, antes y después

Se puede aplicar tanto a una imagen, como a una línea extraída de una imagen.

3.5.5. Añadir un valor (Add Offset)

El único cometido de esta operación es sumar a cada punto de la imagen un valor indicado. Esto puede servir para situar la imagen en unos rangos adecuados.

Cuando se añada este algoritmo aparecerá una ventana en la que se deberá introducir la cantidad que se deba sumar:

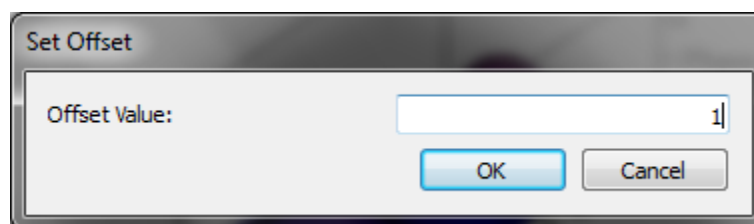


Figura 30. Diálogo de selección de offset

El resultado de aplicación del algoritmo es el siguiente:

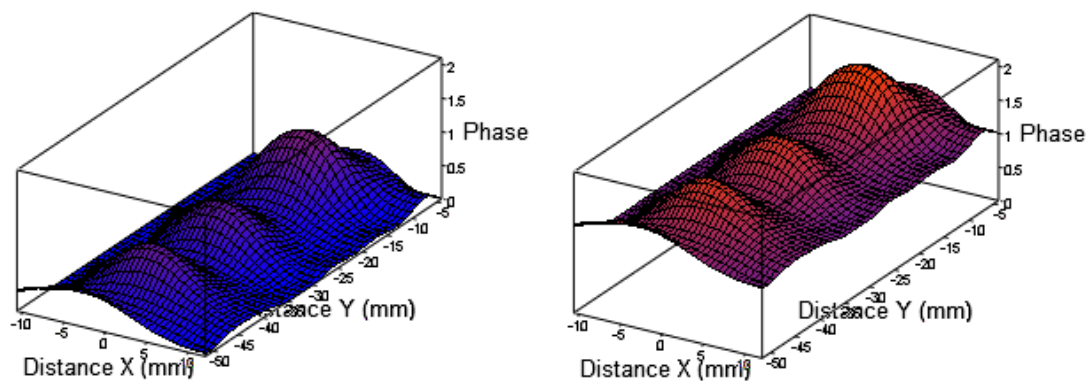


Figura 31. Algoritmo de añadir offset, antes y después

Se puede aplicar tanto a una imagen, como a una línea extraída de una imagen.

3.5.6. Multiplicar por (Multiply by)

El único cometido de esta operación es multiplicar el valor de cada punto de la imagen por un factor indicado. Esto puede servir para situar la imagen en unos rangos adecuados.

Cuando se añada este algoritmo se aparecerá una ventana en la que se deberá introducir el factor por el que se debe multiplicar:

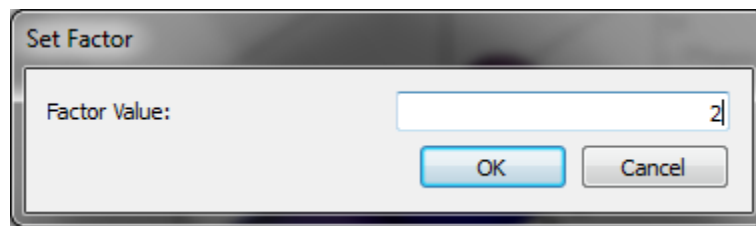


Figura 32. Diálogo de selección de factor

El resultado de aplicación del algoritmo es el siguiente:

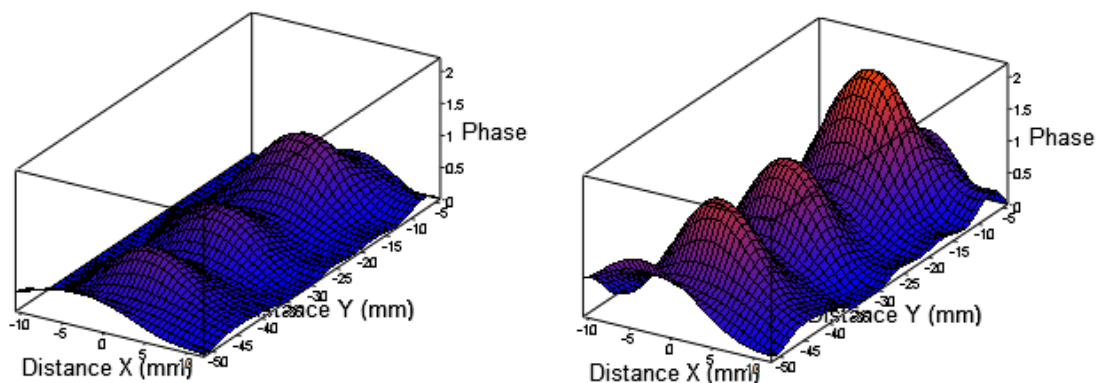


Figura 33. Algoritmo de multiplicar por factor, antes y después

Se puede aplicar tanto a una imagen, como a una línea extraída de una imagen.

3.5.7. Simetrizar (Make Symmetric)

Este algoritmo, se utilizar para convertir una imagen en simétrica, respecto de un eje vertical central.

El proceso tiene lugar en dos fases:

- Se busca en cada recta horizontal el punto con valor más alto.
- Se coloca el punto más alto en el centro de la imagen, y se asigna a los laterales el valor medio de los puntos a la derecha y a la izquierda, a la misma distancia del máximo de la imagen original. Si llegado un momento, considerando que el máximo podía no estar centrado, no se puede llegar a uno de los dos valores (Derecha o izquierda), se sigue utilizando el último valor del extremo de la imagen.

El resultado de aplicación del algoritmo es el siguiente:

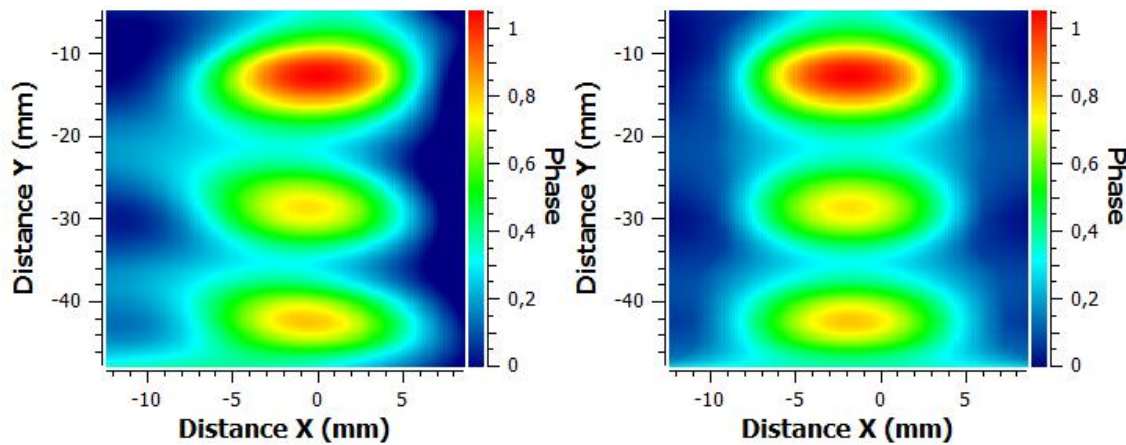


Figura 34. Algoritmo de simetrización, antes y después

Se puede aplicar tanto a una imagen, como a una línea extraída de una imagen.

3.5.8. Inversión de Abel (Abel Inversion)

El algoritmo de inversión de Abel realiza la siguiente integral para cada recta horizontal de la imagen:

$$z(r) = -\frac{1}{\pi} \int_r^{\infty} \frac{d z(y)}{d y} \cdot \frac{dy}{\sqrt{y^2 - r^2}}$$

Figura 35. Fórmula inversión de Abel

Nótese que esa integral tiene unidades, por lo que la variable dependiente, tras realizar la integral, tendrá unidades de m^{-1} .

El algoritmo de la inversión de Abel supone que se parte de una estructura con simetría cilíndrica, como es en este caso un jet de gas, y se tiene una imagen en la que se ha acumulado el valor de una variable, al atravesar la estructura con rayos perpendiculares al eje, como es la imagen producida por el láser al atravesar el jet de gas. Además, debido a la supuesta simetría cilíndrica, es recomendable simetrizar la imagen antes de realizar esta operación.

Dadas esas condiciones, la inversión de Abel devuelve el valor de la variable en una sección que corte longitudinalmente al jet justo por la mitad.

Esta operación se puede utilizar, por ejemplo para obtener el índice de refracción del jet de gas, multiplicando por la longitud de onda utilizada dividido por $2 \cdot \pi$ y sumando uno.

Cuando se añada este algoritmo aparecerá una ventana, en la que se deberá introducir el número de vecinos que se deban utilizar para calcular la derivada. Este número se debe aumentar si la imagen que se procesa tiene mucho ruido:

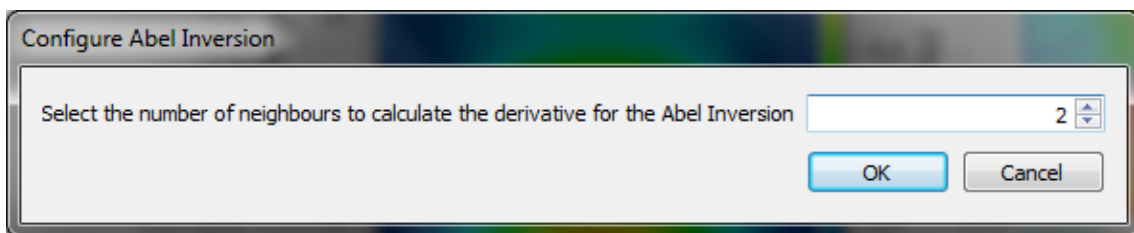


Figura 36. Diálogo de selección del número de vecinos

El resultado de aplicación del algoritmo es el siguiente:

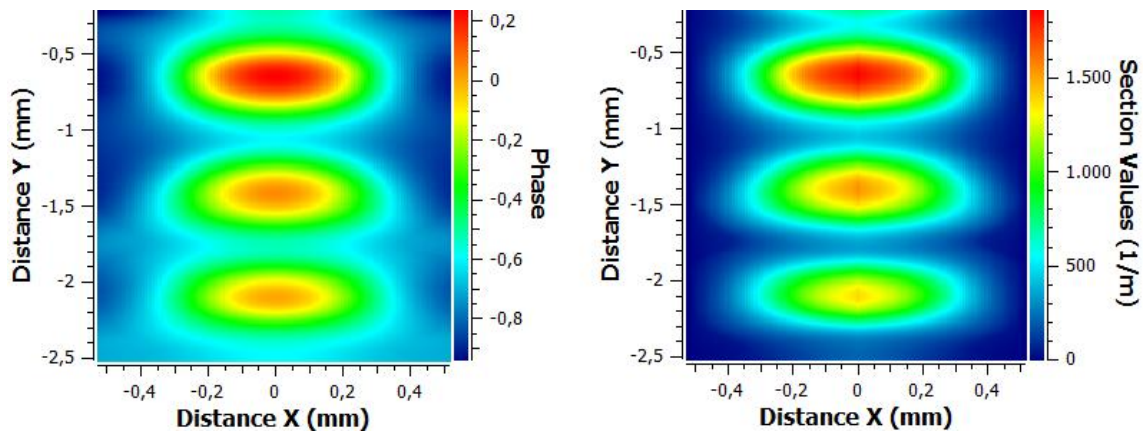


Figura 37. Algoritmo de Inversión de Abel, antes y después

Se puede aplicar tanto a una imagen, como a una línea extraída de una imagen.

3.5.9. Extraer un Rectángulo (Extract Rectangle)

Este algoritmo extrae un rectángulo de la zona de la imagen en la que se esté interesado.

Al añadirlo aparecerá una ventana como la siguiente:

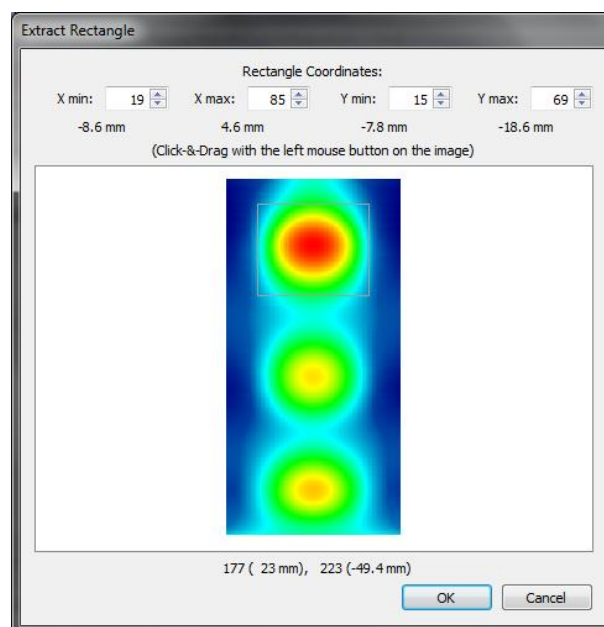


Figura 38. Diálogo de selección de rectángulo

En ella se deberá seleccionar la zona de la imagen deseada, pinchando y arrastrando con el botón izquierdo del ratón, o cambiando los valores de las cajas. Además la rueda del ratón permite introducir zoom en la imagen.

El resultado de aplicación del algoritmo es el siguiente:

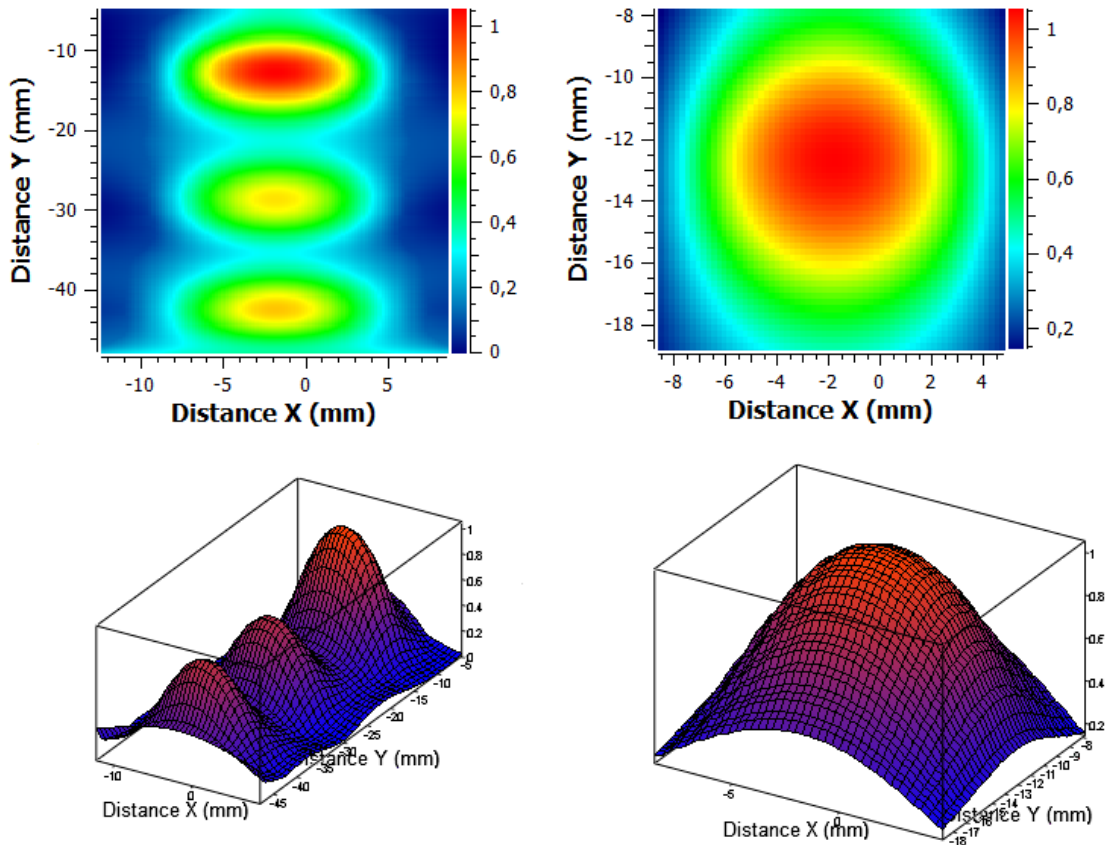


Figura 39. Algoritmo de extracción de rectángulo, antes y después

3.5.10. Extraer una Recta (Extract Line)

Este algoritmo extrae una recta de la zona de la imagen en la que se esté interesado.

Al añadirlo aparecerá una ventana en la que se deberán seleccionar los puntos iniciales y final de la recta, pinchando y arrastrando con el botón izquierdo del ratón, o bien con las cajas establecidas para ese cometido. Además, una vez fijada, se pueden mover los extremos, pinchando y arrastrando en ellos, o la recta entera, pinchando y arrastrando en su centro.

Es esta ventana también aparece una recta de la línea que se está extrayendo para la imagen actual.

Nótese que para comodidad del usuario, también se puede hacer zoom sobre la imagen con la rueda del ratón.

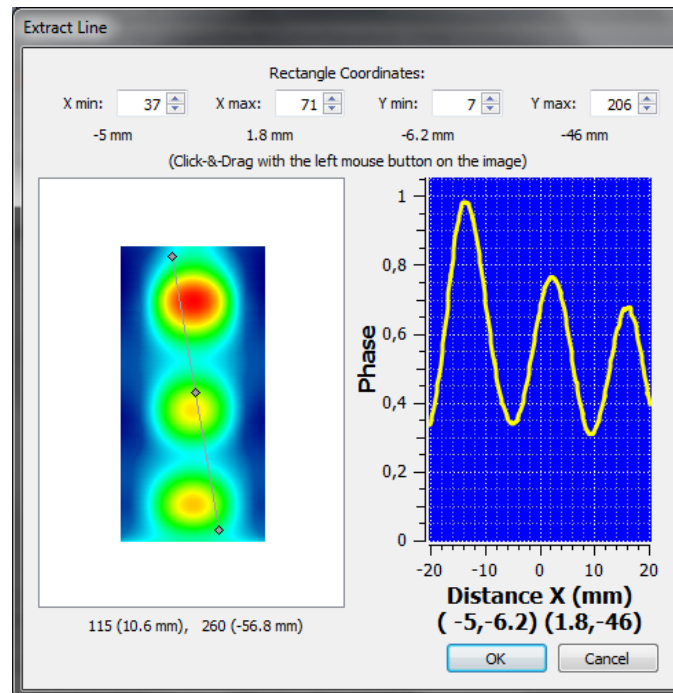


Figura 40. Diálogo de selección de recta

3.6. Procesando una imagen: Lista de algoritmos

Una vez visto en qué consisten los algoritmos que se pueden aplicar, veamos cómo se añaden a la lista de algoritmos.

La lista de algoritmos se encuentra a la izquierda de la interfaz principal, y contiene todos los algoritmos que secuencialmente se irán aplicando en el orden indicado a las imágenes de la lista.

Se aplicará o bien, toda la lista de algoritmos, o bien hasta el algoritmo seleccionado (Véase 3.12).

La lista de algoritmos tiene la siguiente apariencia:

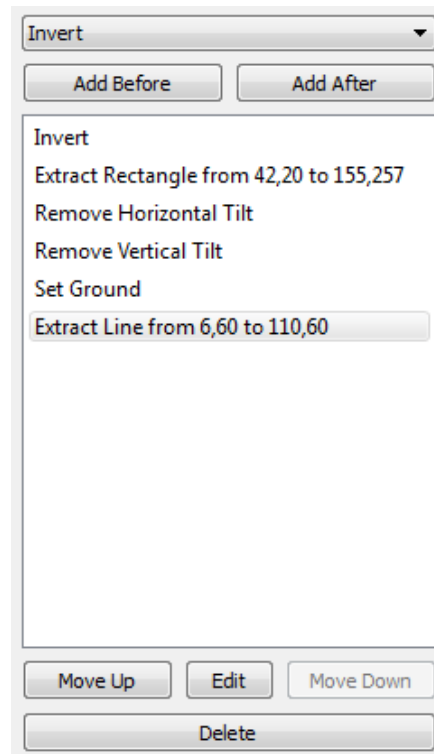


Figura 41. Lista de algoritmos

3.6.1. Añadir algoritmo

Para añadir un algoritmo a la lista, se debe seleccionar primero en la caja superior el tipo de algoritmo se quiere añadir, y a continuación pulsar sobre “Add Before” o “Add After” para añadirlo antes o después respectivamente del algoritmo seleccionado.

Si el algoritmo tiene que recibir algún parámetro, aparecerá la ventana de selección para el parámetro.

3.6.2. Guardar lista de algoritmos

Una lista de algoritmos se puede guardar en un archivo con la extensión “.alg”.

Para realizarlo vaya al menú Algorithm → Save Algorithm List to File, pulse A+S, o bien

haga click sobre el icono  en la barra de herramientas.

3.6.3. Cargar lista de algoritmos

Una lista de algoritmos también se puede cargar de un archivo con la extensión “.alg” que haya sido generado previamente.

Para realizarlo vaya al menú Algorithm → Load Algorithm List from File, pulse A+L, o

bien haga click sobre el icono  en la barra de herramientas.

Al cargar una lista de algoritmos, la anterior se eliminará.

3.6.4. Otras operaciones sobre la lista de algoritmos

Otras operaciones que se pueden realizar sobre la lista de algoritmos son:

- Mover el algoritmo seleccionado arriba: mediante el menú Algorithm → Move Up, pulsando A+FlechaArriba, o bien, pulsando sobre el botón “Move Up”.
- Mover el algoritmo seleccionado abajo: mediante el menú Algorithm → Move Down, pulsando A+FlechaAbajo, o bien, pulsando sobre el botón “Move Down”.
- Editar el algoritmo seleccionado: sólo si el algoritmo tiene parámetros. Mediante el menú Algorithm → Edit, pulsando A+E, o bien, pulsando sobre el botón “Edit”.
- Eliminar el algoritmo seleccionado: mediante el menú Algorithm → Delete, pulsando A+Supr, o bien, pulsando sobre el botón “Delete”.

3.7. ***Vista de resultados***

La zona central de la interfaz principal está pensada para la muestra de resultados y tiene la siguiente apariencia:

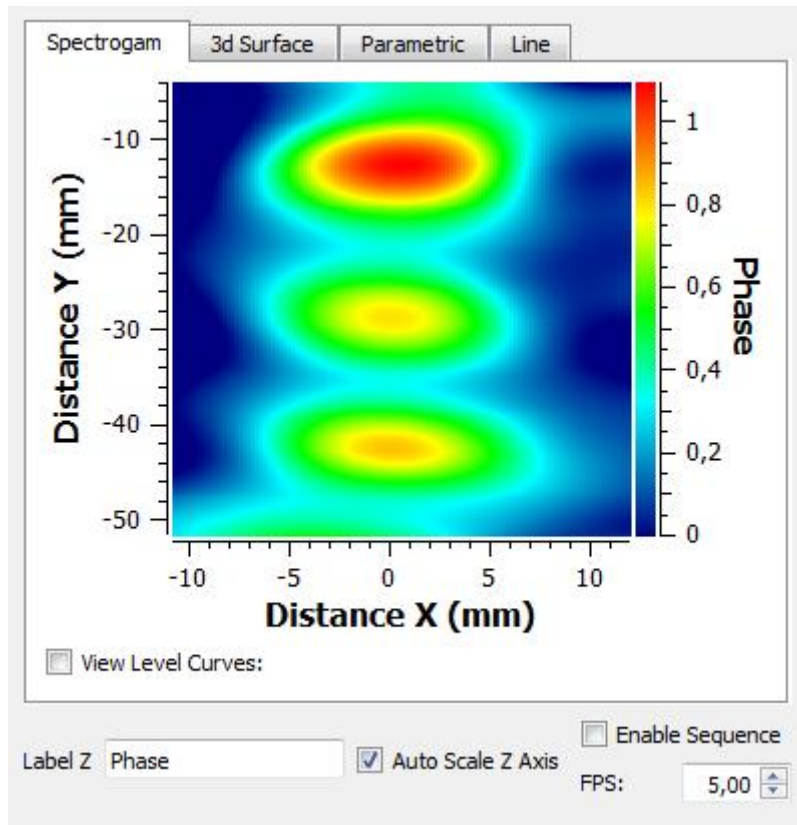


Figura 42. Zona de muestra de resultados

3.7.1. Etiqueta para el eje Z (Label Z)

Es la cadena de texto que se usará para el eje de la variable dependiente “Z”. El usuario puede cambiarla modificando la caja de texto.

3.7.2. Escalado del eje Z

Existen dos modos de escalado:

- Auto escalado para el eje Z (“Auto Scale Z Axis” activado): El valor mayor y menor para la variable dependiente se establece en función de los valores máximos y mínimos que toma la imagen de forma automática. El resultado se puede observar en la imagen anterior.
- Escalado manual (“Auto Scale Z Axis” desactivado): El usuario introduce en las cajas destinadas para tal efecto los valores máximo y mínimo que desea mostrar para la variable dependiente, obteniendo el resultado siguiente:

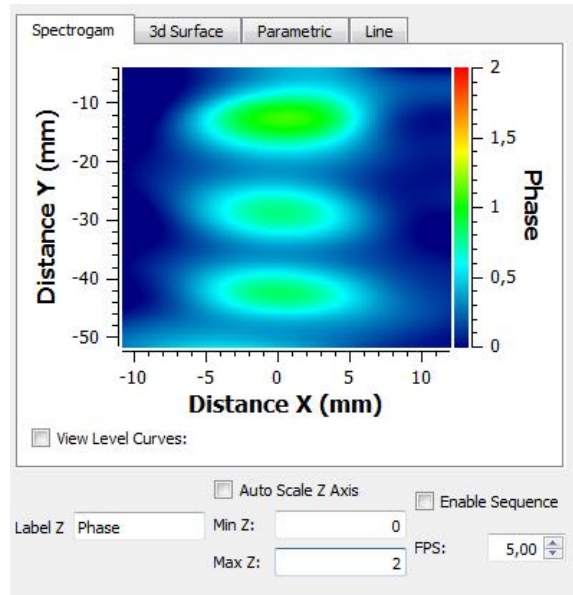


Figura 43. Gráfico con escalado manual

3.7.3. Habilitar secuencia (Enable Sequence)

La aplicación también permite ver una secuencia de gráficos para las imágenes actualmente en la lista. Para activar esta opción habilite la opción “Enable Sequence”.

En la caja “FPS” puede indicar el número de gráficos que quiere que se muestren por segundo.

3.7.4. Espectrograma (Spectrogram)

El primer tipo de gráfico que se puede observar es el espectrograma. El espectrograma muestra en los ejes “x” e “y” las variables independientes de distancia, mientras que utiliza un código de colores para indicar el valor de la variable dependiente en cada punto. Posee una leyenda al lado derecho que indica la correspondencia entre color y valor.

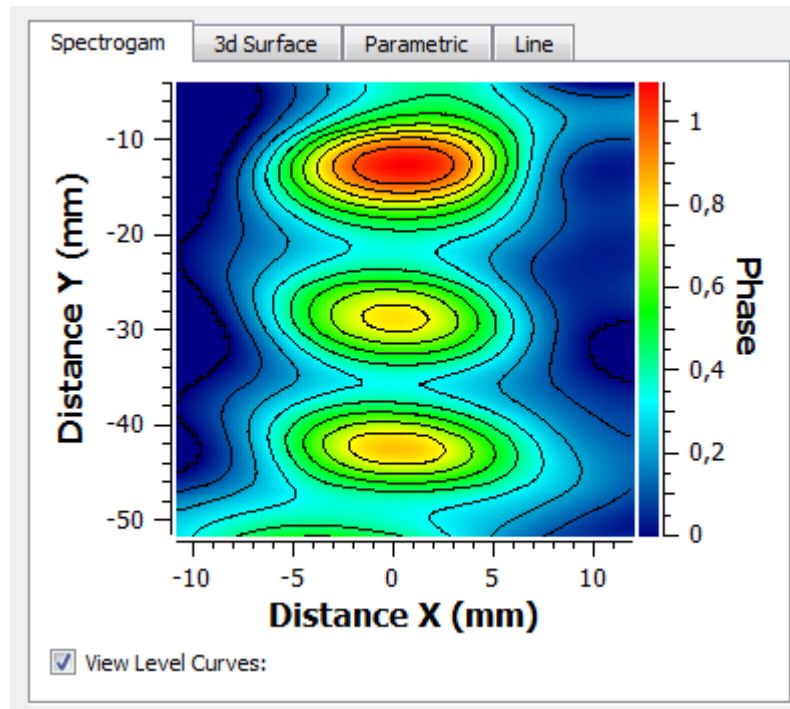


Figura 44. Imagen del espectrograma

Las operaciones que se pueden realizar sobre él son las siguientes:

- Activar o desactivar las curvas de nivel, pulsando sobre la casilla “View Level Curves”. Estas curvas dividen la escala en 10 fragmentos iguales.
- Introducir zoom sobre una zona del gráfico, pinchando y arrastrando con el botón izquierdo del ratón:

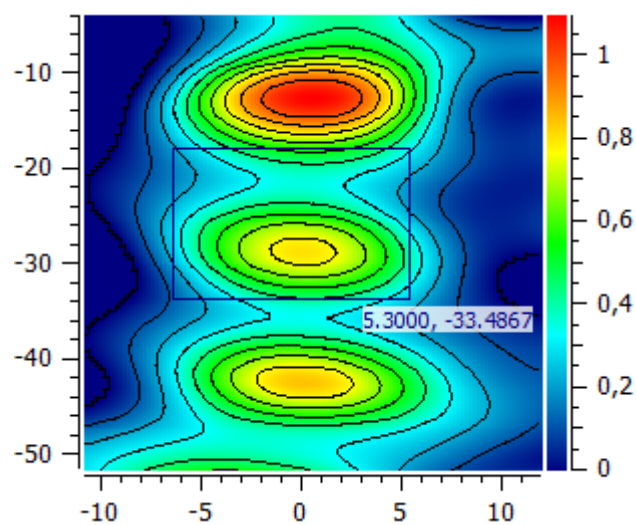


Figura 45. Zoom sobre espectrograma

- Deshacer el zoom paso por paso, pinchando con el botón derecho del ratón.
- Arrastrar la imagen, pinchando y arrastrando con el botón central del ratón.
- Volver a la vista inicial, haciendo Ctrl+ClickDerecho.

En caso de tener una línea seleccionada, el gráfico muestra la imagen aplicando los algoritmos hasta justo antes de seleccionar la línea.

3.7.5. Superficie en 3D (3D Surface)

El segundo tipo de gráfico que se puede observar es el la superficie 3D. Muestra una vista 3D de la superficie, representando en los ejes X e Y las variables independientes, y en el eje Z la variable dependiente:

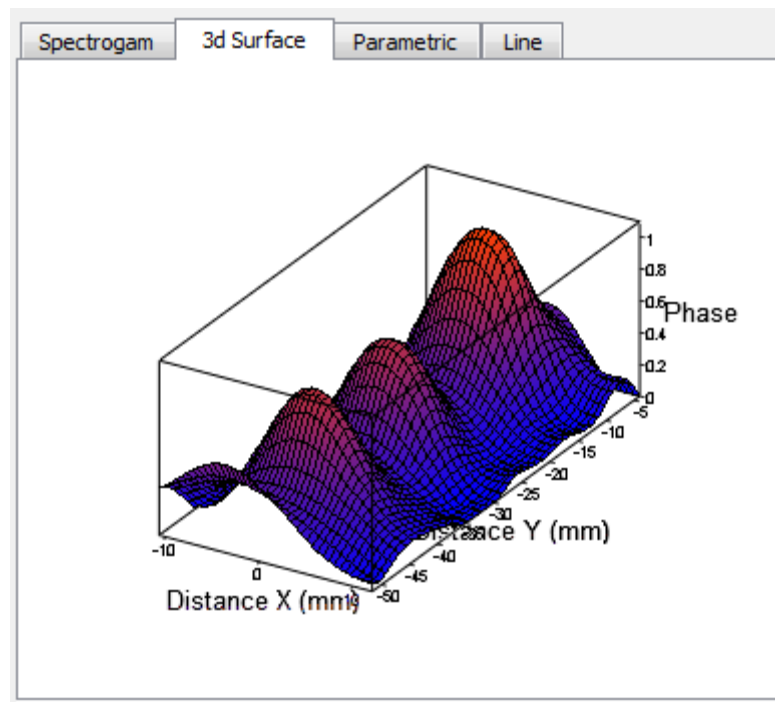


Figura 46. Gráfico de superficie 3d

Las operaciones que se pueden realizar sobre él son las siguientes:

- Rotar el gráfico en todas las direcciones haciendo click y arrastrando con el botón izquierdo del ratón.
- Introducir zoom con la rueda del ratón.

- Mover el gráfico haciendo click y arrastrando con el botón izquierdo del ratón mientras se mantiene la tecla Ctrl pulsada.
- Girar el gráfico haciendo click y arrastrando con el botón izquierdo del ratón mientras se mantiene la tecla Shift pulsada.

En caso de tener una línea seleccionada, el gráfico muestra la imagen aplicando los algoritmos hasta justo antes de seleccionar la línea.

3.7.6. Superficie paramétrica (Parametric)

El tercer tipo de gráfico que se puede observar es el la superficie paramétrica. Representa la imagen del jet como una superficie en un espacio tridimensional. La diferencia: ahora, tanto el eje X como el Y representan la primera variable independiente, y el eje Z representa la segunda variable independiente. Esta representación supone que la imagen representa un objeto con simetría cilíndrica (el jet) respecto del centro de la imagen. Admitido ese supuesto, la superficie representa los puntos en los que la variable dependiente alcanza cierto valor límite o *threshold*.

Las operaciones que se pueden realizar sobre él son las siguientes:

- Cambiar el valor del valor límite, cambiando el valor de la caja “Threshold Value”.
- Rotar el gráfico en todas las direcciones haciendo click y arrastrando con el botón izquierdo del ratón.
- Introducir zoom con la rueda del ratón.
- Mover el gráfico haciendo click y arrastrando con el botón izquierdo del ratón mientras se tiene la tecla Ctrl pulsada.
- Girar el gráfico haciendo click y arrastrando con el botón izquierdo del ratón mientras se tiene la tecla Shift pulsada.

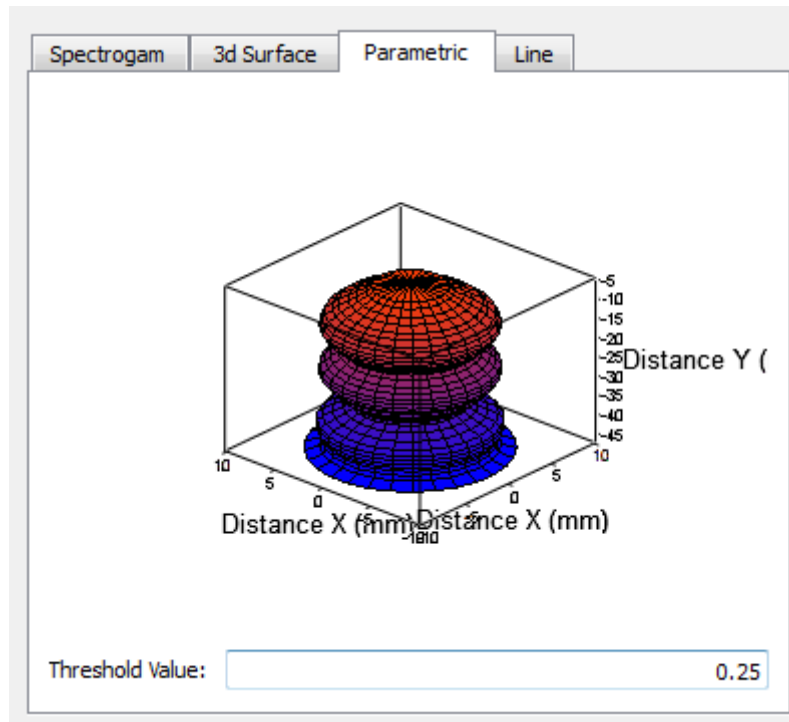


Figura 47. Superficie paramétrica

En caso de tener una línea seleccionada, el gráfico muestra la imagen aplicando los algoritmos hasta justo antes de seleccionar la línea.

3.7.7. Línea (Line)

Y el último tipo de gráfico disponible es el que representa las líneas. Sólo estará habilitado cuando haya una línea seleccionada.

Muestra en el eje horizontal la variable independiente, y en el eje vertical la variable dependiente a lo largo de la línea.

Además, en la leyenda se pueden observar los valores de las coordenadas de los puntos inicial y final cuando se extrajo la línea.

Las operaciones que se pueden realizar sobre él son las siguientes:

- Introducir zoom sobre una zona del gráfico, pinchando y arrastrando con el botón izquierdo del ratón.
- Deshacer el zoom paso por paso, pinchando con el botón derecho del ratón.

- Arrastrar la imagen, pinchando y arrastrando con el botón central del ratón.
- Volver a la vista inicial, haciendo Ctrl+ClickDerecho.

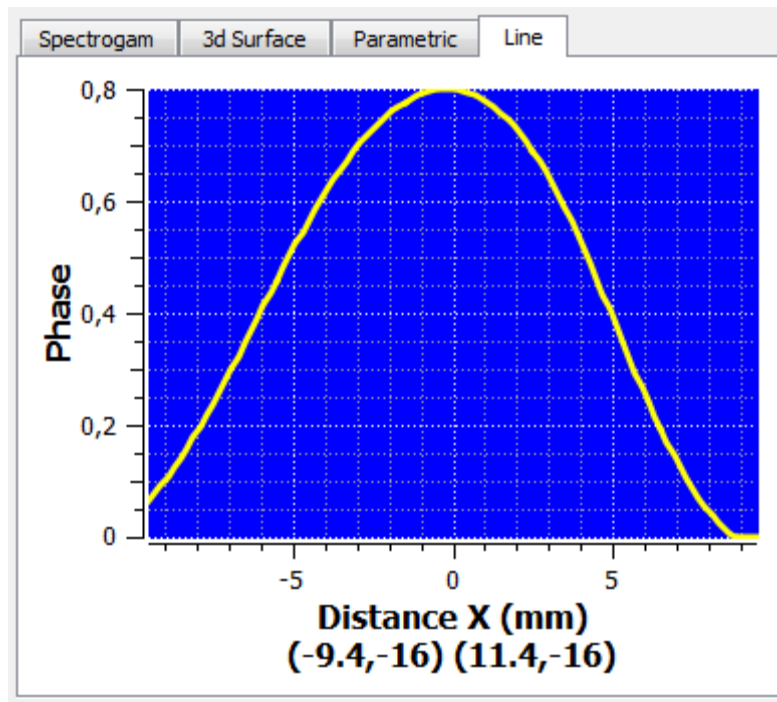


Figura 48. Gráfico de línea

3.8. Exportación de resultados

Tan importante como llegar a resultados, es poder almacenarlos para su posterior uso. El programa permite varios tipos de exportado que se desarrollan en los próximos capítulos.

3.8.1. Fijar Carpeta de Salida (Select Output Folder)

Existe una carpeta de salida que será el directorio por defecto para el exportado de archivos.

Para seleccionar la carpeta deseada vaya al menú File → Select Output Folder, pulse

Ctrl+O, o bien haga click sobre el icono  en la barra de herramientas.

3.8.2. Guardar Datos (Save Data)

Esta opción permite el guardado de los datos de una imagen tal y como se está viendo en un archivo de texto plano, para su posterior uso con MATLAB® u otras aplicaciones.

Para las líneas, la primera columna representa la variable independiente y la segunda la variable dependiente. Quedando el archivo:

```
-2.600354e+00    6.966785e-01
-2.400327e+00    7.082317e-01
-2.200300e+00    7.188846e-01
-2.000272e+00    7.286259e-01
-1.800245e+00    7.374325e-01
-1.600218e+00    7.452854e-01
-1.400191e+00    7.521675e-01
-1.200163e+00    7.580559e-01
-1.000136e+00    7.629296e-01
.
.
.
```


Para las imágenes, la primera columna representa la variable independiente “X”, la segunda la variable independiente “Y” y la tercera la variable dependiente. Quedando el archivo:

```
-9.791151e+00    -5.160000e+01    4.154086e-03
-9.589380e+00    -5.160000e+01    1.488143e-02
-9.387610e+00    -5.160000e+01    2.564687e-02
-9.185841e+00    -5.160000e+01    3.645432e-02
-8.984071e+00    -5.160000e+01    4.729223e-02
-8.782301e+00    -5.160000e+01    5.817211e-02
-8.580531e+00    -5.160000e+01    6.907496e-02
.
.
.
-9.791151e+00    -5.139915e+01    3.747642e-03
-9.589380e+00    -5.139915e+01    1.432240e-02
-9.387610e+00    -5.139915e+01    2.493906e-02
-9.185841e+00    -5.139915e+01    3.559011e-02
```

-8.984071e+00	-5.139915e+01	4.627544e-02
-8.782301e+00	-5.139915e+01	5.699128e-02
-8.580531e+00	-5.139915e+01	6.774148e-02
.		
.		
.		

Se guardarán los datos de una línea o de una imagen en función del tipo de gráfico que esté seleccionado.

Para guardarlos vaya al menú Export Results → Save Data, pulse S+D, o bien haga click

sobre el icono  en la barra de herramientas.

3.8.3. Guardar Datos para toda la Serie (Save Data for the Series)

En este caso se guarda lo mismo que en el apartado anterior, pero para toda la serie de imágenes.

Para ello vaya al menú Export Results → Save Data for the Series, pulse Ctrl+S+D, o

bien haga click sobre el icono  en la barra de herramientas.

Se mostrará un diálogo para que elija el nombre de la serie. Los resultados se guardarán en una carpeta con el nombre elegido dentro de la carpeta de salida. En el nombre de la serie, se podrán usar caracteres “/” para crear subcarpetas.

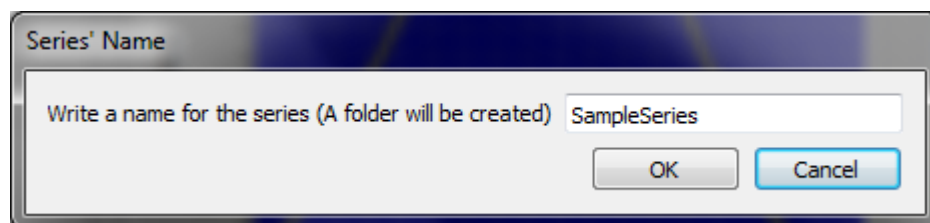


Figura 49. Diálogo de selección de nombre para la serie

3.8.4. Guardar Gráfico (Save Image)

Esta opción permite el guardado del gráfico actual en un archivo de imagen.


Para guardarlo vaya al menú Export Results → Save Image, pulse S+G, o bien haga click

sobre el icono  en la barra de herramientas.

3.8.5. Guardar Gráfico para toda la Serie (Save Image for the Series)

En este caso se guarda lo mismo que en el apartado anterior, pero para toda la serie de imágenes.

Para ello vaya al menú Export Results → Save Image for the Series, pulse Ctrl+S+G, o

bien haga click sobre el icono  en la barra de herramientas.

Se mostrará un diálogo para que elija el nombre de la serie. Los resultados se guardarán en una carpeta con el nombre elegido dentro de la carpeta de salida. En el nombre de la serie, se podrán usar caracteres “/” para crear subcarpetas.

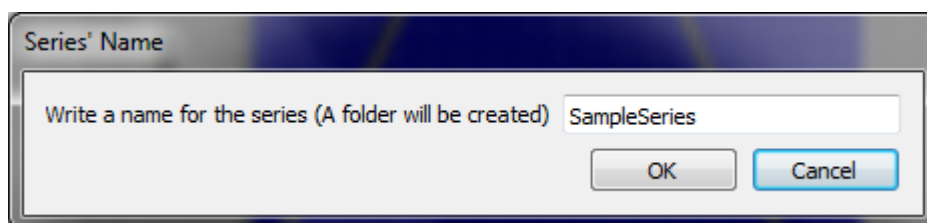


Figura 50. Diálogo de selección de nombre para la serie

3.8.6. Guardar Vídeo para la Serie (Save Video for the Series)


Al igual que se pueden guardar las imágenes para toda la serie, también se puede crear un archivo de vídeo en formato AVI con la serie de imágenes.

Para crearlo y guardarlo vaya al menú Export Results → Save Video for the Series,

pulse S+V, o bien haga click sobre el icono  en la barra de herramientas.

3.8.7. Guardar Animación para la Serie (Save Animation for the Series)

Y de la misma forma que el vídeo, también se puede generar una animación en formato GIF.

Para generarla y guardarla vaya al menú Export Results → Save Animation for the Series, pulse S+A, o bien haga click sobre el icono  en la barra de herramientas.

Nótese que a partir de 50 imágenes la opción de exportar como animación se desactiva, por no ser ya un formato adecuado.

3.9. *Cámara*

Dado que la aplicación es capaz de procesar una imagen que se toma en tiempo real, es necesario disponer de una cámara que tome las imágenes (O un simulador de cámara, véase 3.9.2) sobre el sistema.

Las características de la cámara están explicadas en el apartado de requisitos hardware (2.1).

Todas las imágenes que se tomen con la cámara tendrán la posibilidad de ser salvadas en una carpeta automáticamente (véase el capítulo 3.12).

3.9.1. Configuración de la cámara

Para configurar la cámara, se debe acceder al cuadro de diálogo correspondiente yendo al menú Configuration → Camera Settings, pulsando Ctrl+C, o bien haciendo

click sobre el icono  en la barra de herramientas.

Una vez dentro se observa lo siguiente:

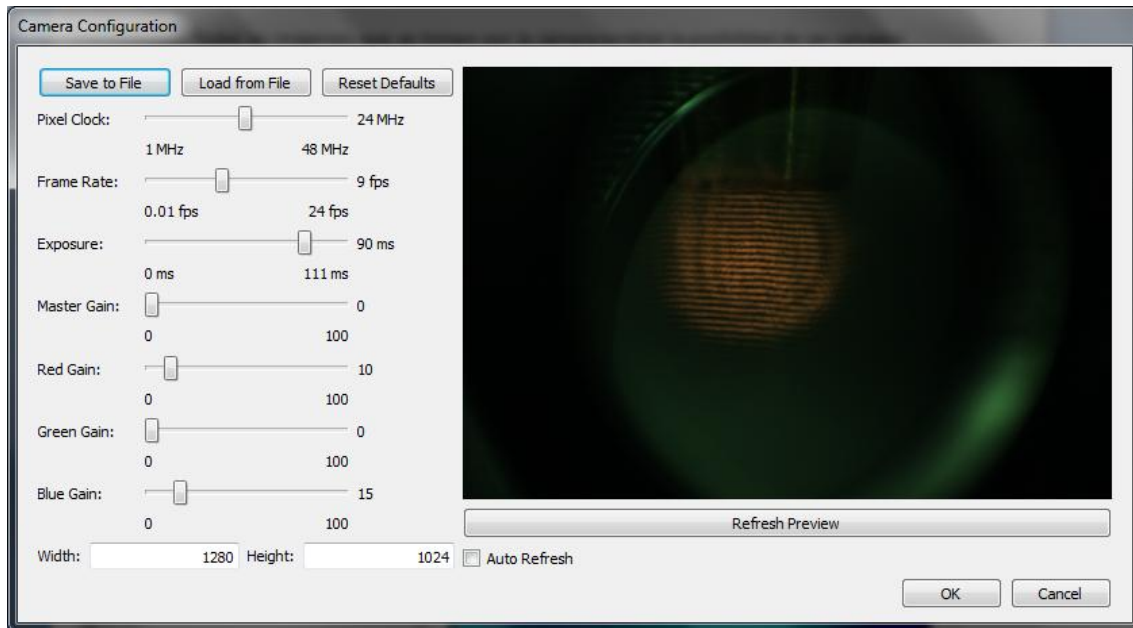


Figura 51. Diálogo de configuración de cámara

Con los siguientes elementos:

- Botones “Save to File” y “Load from File”: Permiten guardar y cargar respectivamente los parámetros de configuración de archivos INI.
- Botón “Reset Defaults”: Establece los valores por defecto para los parámetros.
- Pixel Clock: El reloj de pixel de la cámara, cuanto más alto, más rápido leerá las imágenes tomadas de la cámara CCD.
- Frame Rate: Tasa de imágenes por segundo con la que se configura la cámara, no confundir con las imágenes por segundo de la secuencia o del modo “en vivo”.
- Exposure: Exposición de la cámara (Tiempo que permanece abierto el obturador) en milisegundos.
- Master, Red, Green, Blue Gain: Valores de la ganancia para todos los canales o para cada componente de color por separado.
- Width, Height: Ancho y alto en píxeles de la imagen que se debe tomar.
- Vista previa: Muestra una imagen tomada con la nueva configuración.
- Botón “Refresh Preview”: Renueva la imagen de la vista previa.

- Casilla “Auto Refresh”: Si está activada actualiza cada cierto tiempo la imagen de la vista previa.
- Botón “OK”: Sale guardando los cambios.
- Botón “Cancel”: Sale sin guardar los cambios.

Los cambios se guardarán al finalizar la ejecución del programa en una carpeta del sistema para las posteriores ejecuciones.

3.9.2. Simulador de cámara

Dado que no siempre hay disponible una cámara, para poder ver la funcionalidad completa del programa, existe la posibilidad de utilizar un simulador de cámara.

Para utilizar este simulador, pueden usarse tanto los accesos directos en el escritorio y en el menú inicio llamados Jet Processing (With Simulator), o bien lanzar el programa por línea de comandos de la forma:

```
JetProcessing.exe -cs
```

o

```
JetProcessing.exe -CameraSimulator
```

Una vez cargado con el simulador, se iniciará el programa como si hubiera una cámara conectada a todos los efectos.

Las imágenes que muestra la cámara serán las que, al comenzar la ejecución del programa, se encuentren en la carpeta “CameraSimulator” dentro del directorio de instalación del programa. Admite los formatos BMP, PNG y JPG.

3.10. Modo “en vivo” (Live Mode)

El modo “en vivo” o modo “live” permite, una vez fijada una referencia, obtener y procesar la imagen del jet de gas de forma “on line”, es decir, a tiempo real, con la cámara colocada en el montaje del experimento de interferometría que corresponda.

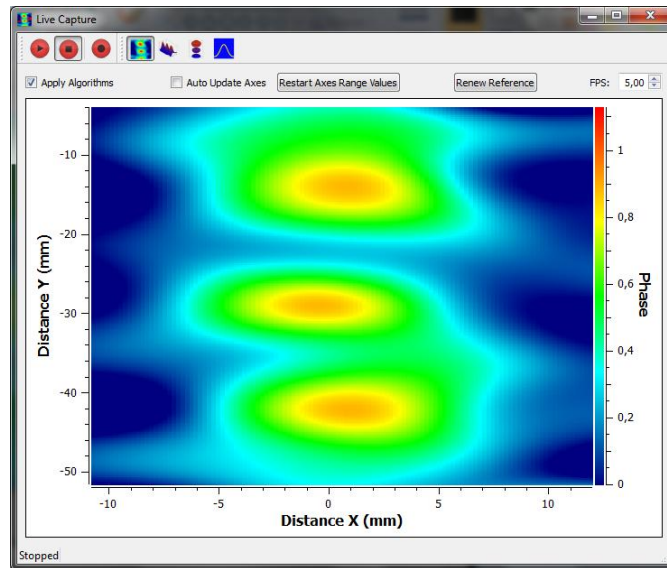


Figura 52. Ventana del modo “en vivo”

Para acceder a este modo, asegúrese de que tiene una cámara compatible conectada y vaya al menú Live Mode → Start Live Mode, pulse L, o bien haga click sobre el icono



en la barra de herramientas.

3.10.1. Botones de navegación

Los botones de navegación controlan el modo “en vivo”.



Figura 53. Botones de navegación

- El primero de los botones comienza el proceso de tomado y procesado de imágenes, y con ello la visualización del jet de gas.
- El segundo de los botones para el proceso.
- El tercer botón activa/desactiva el estado de grabado de las imágenes. Si dicho botón está activado, las imágenes que se están tomando y procesando, se guardarán pre-procesadas con la referencia y aparecerán en la lista de imágenes en la interfaz principal, fechadas con la fecha y hora en que se tomaron.

Se puede comprobar el estado en la barra de estado, obteniendo los siguientes mensajes:

- **Stopped**: El modo “en vivo” está parado.
- **Playing at**: Se están procesando imágenes.
- **Recording at**: Se están procesando y guardando imágenes.

3.10.2. Tipos de gráficos

Los tipos de gráficos que están disponibles son los mismos que en la interfaz principal. Para más información véanse los apartados 3.7.4, 3.7.5, 3.7.6 y 3.7.7.

Para seleccionar el gráfico adecuado se deben utilizar los siguientes iconos de la barra de herramientas:



Figura 54. Iconos de selección de gráfico en el modo “en vivo”

3.10.3. Imágenes por segundo (FPS)

Uno de los parámetros importantes a controlar en este modo es el número de imágenes se deben tomar y capturar por segundo.

Para controlarlo se dispone de la caja “FPS” donde se debe introducir el valor deseado.

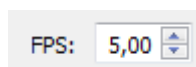


Figura 55. Caja de imágenes por segundo en el modo “en vivo”

Este valor estará en principio limitado superiormente por el tiempo de exposición, por ejemplo, con una exposición de 200 ms, no se podrá superar el valor ideal de 5 imágenes por segundo. No obstante por motivos de cálculo, muchas veces ese valor ideal no es un valor real, por lo que las tasas que se pueden conseguir pueden llegar a ser incluso más bajas.

Para controlar eso, cuando el modo “en vivo” está funcionando se puede observar un valor en la barra de estado con el valor real de imágenes procesadas por segundo:

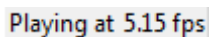
A small rectangular status bar with a light gray background. It contains the text "Playing at 5.15 fps" in a blue, sans-serif font.

Figura 56. Tasa real de toma de imágenes

3.10.4. Aplicar algoritmos (Apply Algorithms)

La casilla “Apply Algorithms” permite activar o desactivar la opción de aplicar algoritmos mientras el modo “en vivo” se está ejecutando, si se activa se aplicará la lista completa de algoritmos, si no se activa, no se aplicará ningún algoritmo de la lista y la imagen simplemente se pre-procesará.

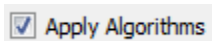
A rectangular button with a light gray background. On the left is a small square checkbox with a blue checkmark inside. To the right of the checkbox is the text "Apply Algorithms" in a blue, sans-serif font.

Figura 57. Casilla para aplicar algoritmos en el modo “en vivo”

3.10.5. Actualizar automáticamente el eje Z (Auto Update Axes)

Uno de los problemas del modo “en vivo” es que a priori no se sabe los valores que se van a medir para la variable dependiente, por lo que es difícil establecer unos límites máximos y mínimos para el gráfico.

A rectangular button with a light gray background. On the left is a small square checkbox that is empty. To the right of the checkbox is the text "Auto Update Axes" in a blue, sans-serif font.

Figura 58. Casilla de auto-actualización de los ejes

Para gestionar esto, existen dos políticas distintas:

- Con la casilla activada, con cada imagen se fijarán los valores de los ejes en función de los valores máximos y mínimos de la imagen. Esta a priori puede parecer una buena opción, pero re-escalar para cada imagen, hace que no se pueda tener una buena vista cualitativa del proceso.
- Con la casilla desactivada, el rango de la variable dependiente sólo crecerá, es decir, se tomará el rango de la primera imagen, si la segunda lo sobrepasa, se

tomara en adelante el rango unión entre el de la primera y la segunda, y así con cada imagen. Este es el modo recomendado.

3.10.6. Reiniciar el rango de los ejes (Restart Axes Range Values)

Una vez explicado el apartado anterior, con el auto-escalado desactivado, puede surgir un problema: puede llegar una imagen con ruido, que haga el rango demasiado grande.

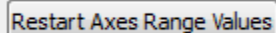
A rectangular button with a thin border and a light gray background. The text "Restart Axes Range Values" is centered in a blue, sans-serif font.

Figura 59. Reiniciar el rango

Para ello se ha habilitado este botón. Cada vez que se pulsa, se reinicia el rango, y vuelve a comenzar el proceso de crecimiento.

3.10.7. Renovar referencia (Renew Reference)

Por último, se incluye un botón que permite hacer un renovado rápido de la referencia. Se debe utilizar cuando el modo “en vivo” está parado, y no hay jet de gas en el sistema.

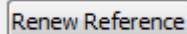
A rectangular button with a thin border and a light gray background. The text "Renew Reference" is centered in a blue, sans-serif font.

Figura 60. Renovar referencia

La aplicación sustituirá la imagen de la referencia por una nueva tomada en el momento de pulsar el botón, conservando los mismos parámetros de procesado.

3.11. Proyectos

El guardado de proyectos permite guardar el trabajo realizado en un archivo con extensión “.jpp”.

Un proyecto consta de:

- La imagen de la referencia.
- Los parámetros de pre-procesado con la referencia.
- La lista de algoritmos.
- La lista de imágenes.
- La configuración de la cámara.
- Las opciones de visualización.

3.11.1. Estado de guardado

Se puede saber si un proyecto está guardado mirando la barra de título del programa. Si el proyecto no está guardado, y hay algo que guardar, la barra de título aparecerá con un asterisco al lado del nombre del proyecto, de una de las siguientes formas:

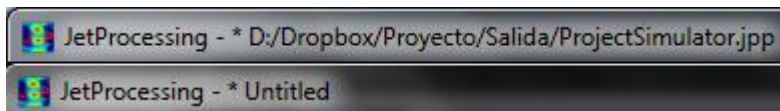


Figura 61. Barra de título con proyecto sin guardar

Si por otra parte el proyecto está guardado, no aparecerá el asterisco:

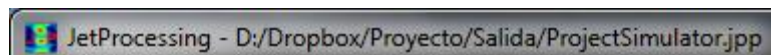



Figura 62. Barra de título con proyecto guardado

3.11.2. Cargar Proyecto

Se puede cargar un proyecto con extensión “.jpp” que haya sido previamente guardado. Para ello existen tres vías:

- Desde el programa vaya al menú File → Load Project, pulse Ctrl+L, o bien haga click sobre el icono  en la barra de herramientas.
- Desde fuera el programa, haga doble click en un archivo de proyecto, haga click con el botón derecho y pulse Abrir, o en el caso de que eso no funcione, haga click con el botón derecho y pulse “Abrir Con”, para seleccionar JetProcessing.
- Desde la línea de comandos ejecute el programa como:

JetProcessing.exe MiProyecto.jpp

Nótese que al abrir un proyecto de una de las dos últimas formas, se abrirá una nueva instancia del programa con el simulador de cámara desactivado.

3.11.3. Guardar Proyecto

Para guardar un proyecto con extensión “.jpp” vaya al menú File → Save Project, pulse

Ctrl+S, o bien haga click sobre el icono  en la barra de herramientas.

Si el proyecto ya estaba guardado anteriormente, simplemente se guardará sobre el mismo archivo. Si por el contrario el proyecto no estaba guardado, se abrirá un diálogo para seleccionar el archivo donde se desea que se guarde.

3.11.4. Guardar Proyecto Como

Esta opción permite guardar el proyecto eligiendo el archivo de salida, independientemente de que se tenga ya abierto un proyecto o no.

Para ello vaya al menú File → Save Project As.

3.12. Preferencias del programa

Las preferencias del programa permiten modificar el comportamiento del programa, almacenando el comportamiento elegido para las siguientes ejecuciones, una vez finalizada la actual.

Para acceder a ellas vaya al menú Configuration → Preferences o pulse Ctrl+P.

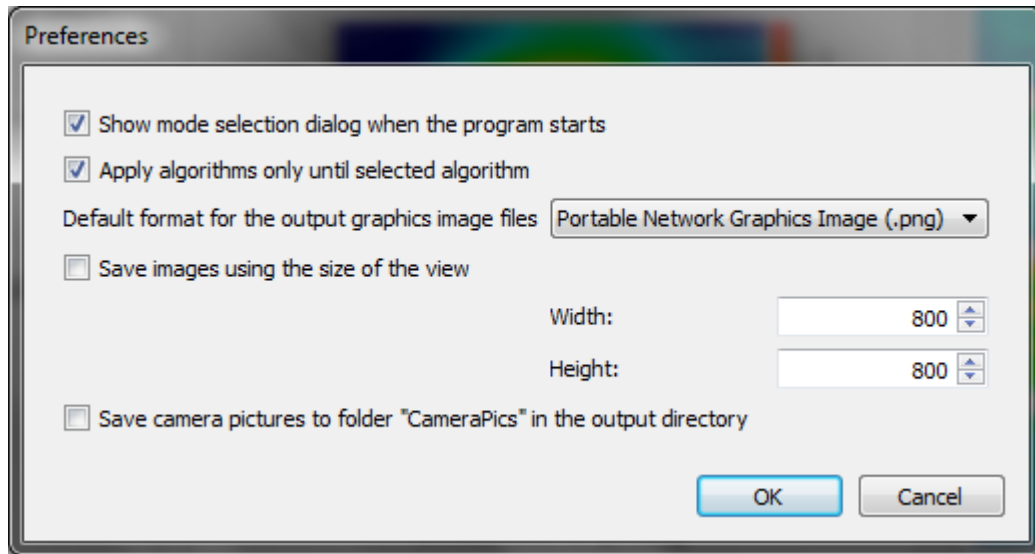


Figura 63. Diálogo de preferencias del programa

La ventana de preferencias consta de los siguientes elementos:

- “Show mode selection dialog when the program starts”: Permite activar y desactivar el cuadro de diálogo de selección de modo de cálculo al iniciar el programa.
- “Apply algorithms only until selected algorithm”: Si esta opción está desactivada, en la venta principal siempre se aplicará toda la lista de algoritmos. Si por el contrario está activada, sólo se aplicará hasta el algoritmo de la lista que esté seleccionado.
- “Default format for the output graphics image files”: Permite elegir el formato por defecto de salida para los archivos de imagen. Existen tres opciones: “.png”, “.jpg” y “.bmp”.
- “Save Images using the size of the view”: Si esta opción está activada las imágenes se guardarán con el tamaño con el que se están viendo en la ventana principal. Si por el contrario está desactivada, se guardarán con los tamaños indicados en los cuadros “Width” y “Height”, valores en píxeles para la anchura y la altura respectivamente.
- “Save camera pictures to folder “CameraPics” in the output directory”: Si esta opción está activada se guardará una copia de todas las imágenes tomadas con la cámara en una carpeta llamada “CameraPics” en el directorio de salida, con

formato “.bmp”. El nombre de la imagen contendrá la fecha y la hora en la que se tomó y, si era una imagen para de referencia, contendrá la cadena “_ref”. Nótese que guardar las imágenes puede ralentizar el proceso en el modo “en vivo”, además de generar infinidad de archivos, por lo que sólo se recomienda activar si es estrictamente necesario.

3.13. Barra de estado

La barra de estado de la ventana principal contiene información acerca del estado del programa.

Indica el modo de cálculo que se está utilizando, si se detecta alguna cámara conectada, y la carpeta de salida seleccionada actualmente.

Un ejemplo es el siguiente:

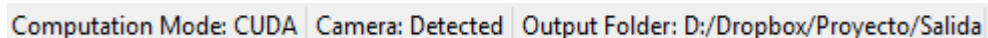


Figura 64. Ejemplo de barra de estado

3.14. Ayuda

Para acceder a la ayuda vaya al menú Help → Help, pulse F1.

Puede utilizar los botones para retroceder, avanzar, o volver al principio.



Figura 65. Botones de navegación en la ayuda

3.15. Proyectos de ejemplo

En la carpeta de instalación del programa puede encontrarse una carpeta llamada “ExampleProjects” con tres proyectos de ejemplo:

- **ProjectForCameraSimulator.jpg:** Es un proyecto preparado para su funcionamiento con el simulador de la cámara. Contiene la imagen de la referencia y los parámetros adecuados para el procesamiento de las imágenes proporcionadas por el simulador.
- **ProjectTimeSequence.jpg:** Es un proyecto que muestra una secuencia de imágenes del jet de gas, mostrando cómo se abre y se cierra la válvula.
- **RefractiveIndex.jpg:** Es un proyecto que incluye los algoritmos necesarios para obtener el índice de refracción del jet de gas.

3.16. Acerca de JetProcessing

JetProcessing fue diseñado y desarrollado por Álvaro Sánchez González durante la primavera y verano de 2012, bajo la tutela de Guillermo González Talaván y Francisco Valle Brozas, como proyecto de fin de carrera para la titulación Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca, dentro del Área de Óptica del Departamento de Física Aplicada.

Todos los derechos reservados.