



ANEXO A. MANUALES DE USUARIO.

Se hace necesaria una explicación a modo de guía de usuario de las distintas aplicaciones que se han desarrollado en este proyecto para la ejecución correcta de operaciones de corte y simulación de corte de piezas en tres dimensiones.

Los pasos a seguir en todo el proceso por parte del operario son los siguientes:

- Diseño de la pieza en CATIA.
- Exportación de la pieza en formato STL, para convertirlo finalmente al formato X entendible por DirectX.
- Definición de la trayectoria de corte en el módulo de CN de CATIA.
- Exportación de dicha trayectoria a un fichero en formato APT.
- Ubicación correcta de todos los archivos que interfieren:
 - “Rx90.exe”: En la carpeta `c:\windows\system32`.
 - “Pieza*.aptsource”: Carpeta donde se encuentre el ejecutable de la aplicación ‘Corte3D’.
 - “Rx90.x”: Carpeta donde se encuentre el ejecutable de la aplicación ‘Corte3D’.
 - Pieza*.x”: Carpeta donde se encuentre el ejecutable de la aplicación ‘Corte3D’.
 - “Sad.bmp”: Carpeta donde se encuentre el ejecutable de la aplicación ‘Corte3D’.
- Encendido del sistema robótico (manipulador Rx-90 y controlador CS7).
- Ejecución de la aplicación ‘Corte3D’.



Manuales de usuario

- Ejecución en el controlador del programa “Corte3d.v2”, que se ocupa de cargar la herramienta V_TRAJSIG en la memoria viva del controlador. Para ellos deben ejecutarse los siguientes comandos (desde la aplicación ‘Corte3D’ en modo emulador de Terminal):

- o `cd c:\corte3d`

- o `load corte3d.v2`

- Encendido de la fuente de alimentación externa de la electroválvula.
- Autorizar la simulación virtual cuando se hayan procesado todos los datos.



A.1. MANUAL DE USO DE CATIA.

Este apartado es muy similar al manual que aparece en los anexos de [4], con la salvedad de que la versión de CATIA utilizada es más reciente, con lo que cambia en algunos casos los pasos a seguir a la hora de generar un corte tridimensional utilizando el módulo de control numérico de CATIA partiendo del diseño de un sólido basado en una superficie tridimensional realizado previamente.

La realización del diseño previo queda fuera del alcance de este proyecto, aunque por parte del autor del mismo haya habido un proceso de aprendizaje para obtener cierta diversidad de piezas, en cuanto a forma y complejidad, para la comprobación práctica de los resultados. Así pues se presupone en el usuario ciertos conocimientos básicos para el uso de la herramienta *Sketcher* para dibujos en el plano o la herramienta *Pad*.

Por el contrario, sí incluimos una referencia sobre cómo utilizar el módulo de control numérico de CATIA para generar los ficheros APT que serán el dato de partida en la aplicación desarrollada.

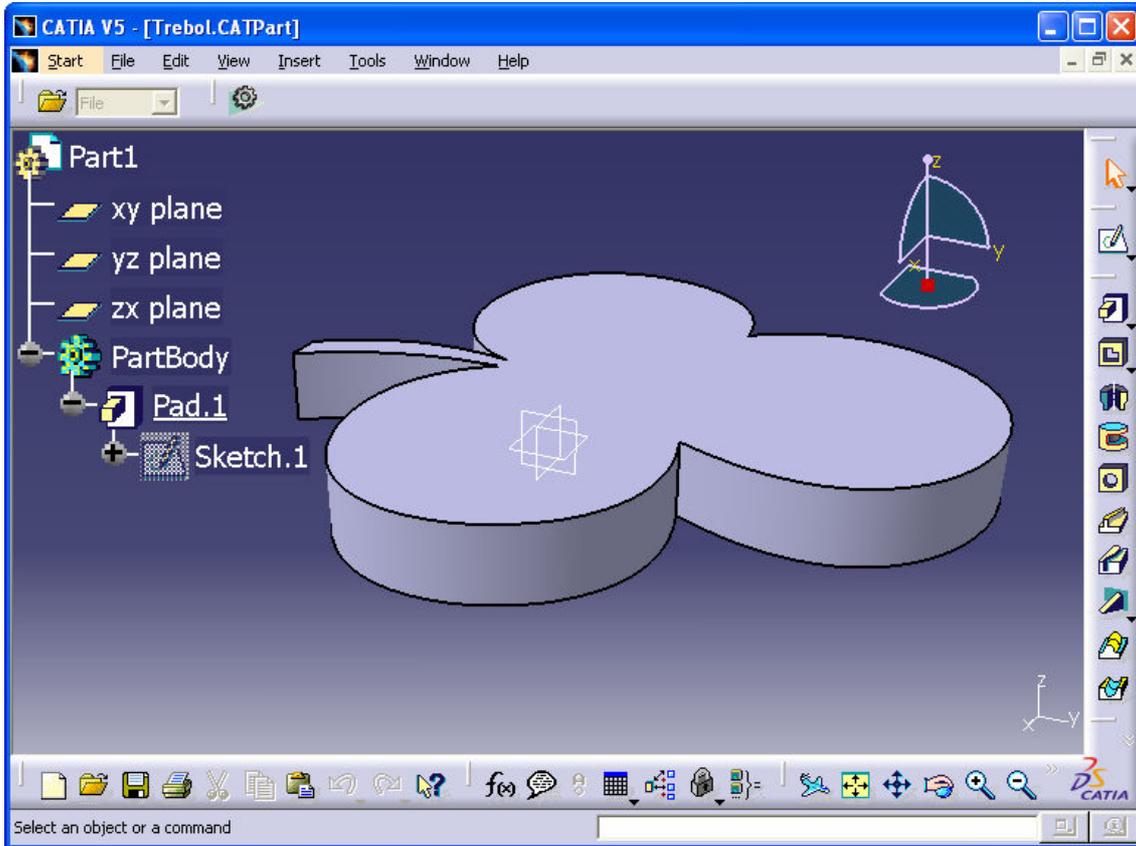


Figura A. 1. Diseño de la pieza empleada como ejemplo para explicar el módulo de CN de CATIA.

A.1.1. Configuración del módulo de CN de CATIA.

En primer lugar abrimos el módulo de control numérico de CATIA. Para ello, desde la pantalla donde se encuentra el diseño de la pieza, pulsamos en el menú *Start* la opción *Machining* y a continuación *Surface Machining* (figura A.2).

Una vez abierto el módulo hay que adaptar diversas configuraciones a las necesidades del proyecto; adaptaciones cuya realización sólo es necesaria la primera vez que se utiliza el módulo de CN.

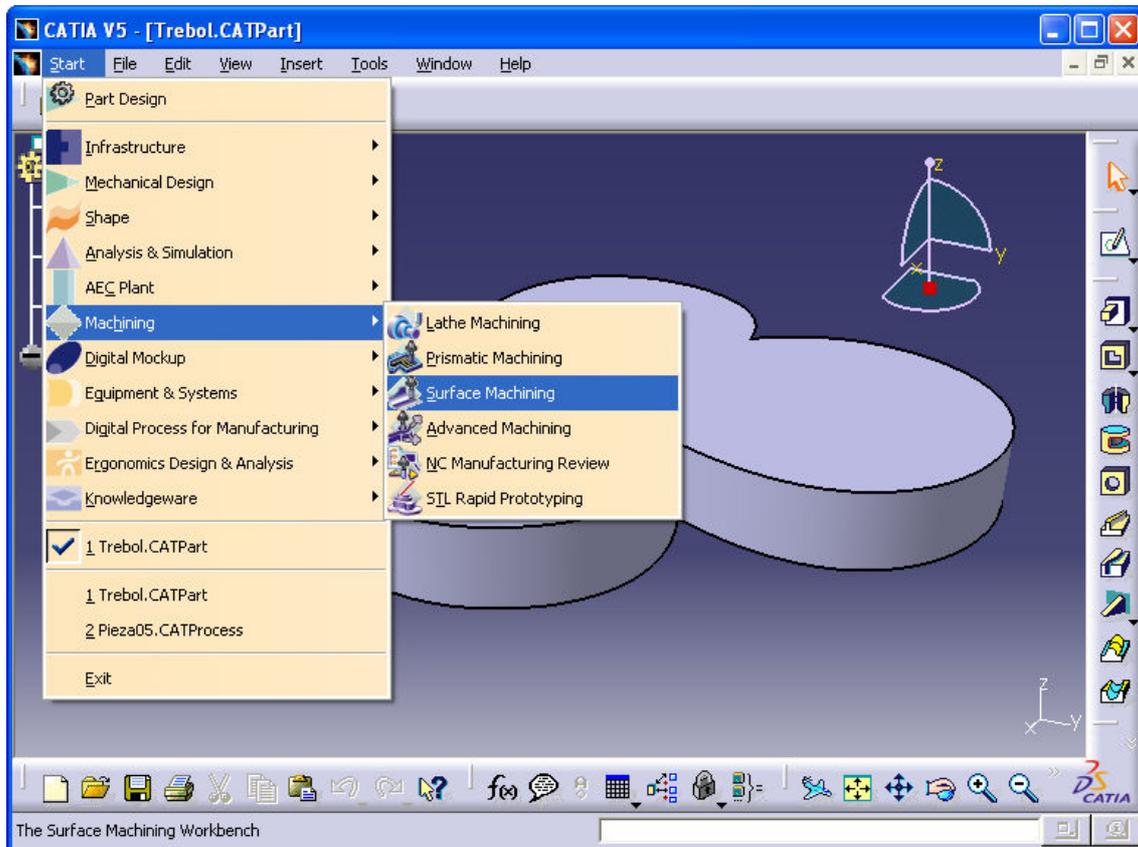


Figura A. 2. Menú de acceso al módulo de CN de CATIA.

Estas modificaciones de configuración las realizamos trabajando en el menú en árbol que nos ha aparecido a la izquierda de la pieza.

Pulsamos haciendo un doble clic en el bloque *Part Operation*, dentro de *Process* en el grupo *ProcessList*, apareciendo en consecuencia la ventana mostrada en la *figura A.3*.



Manuales de usuario

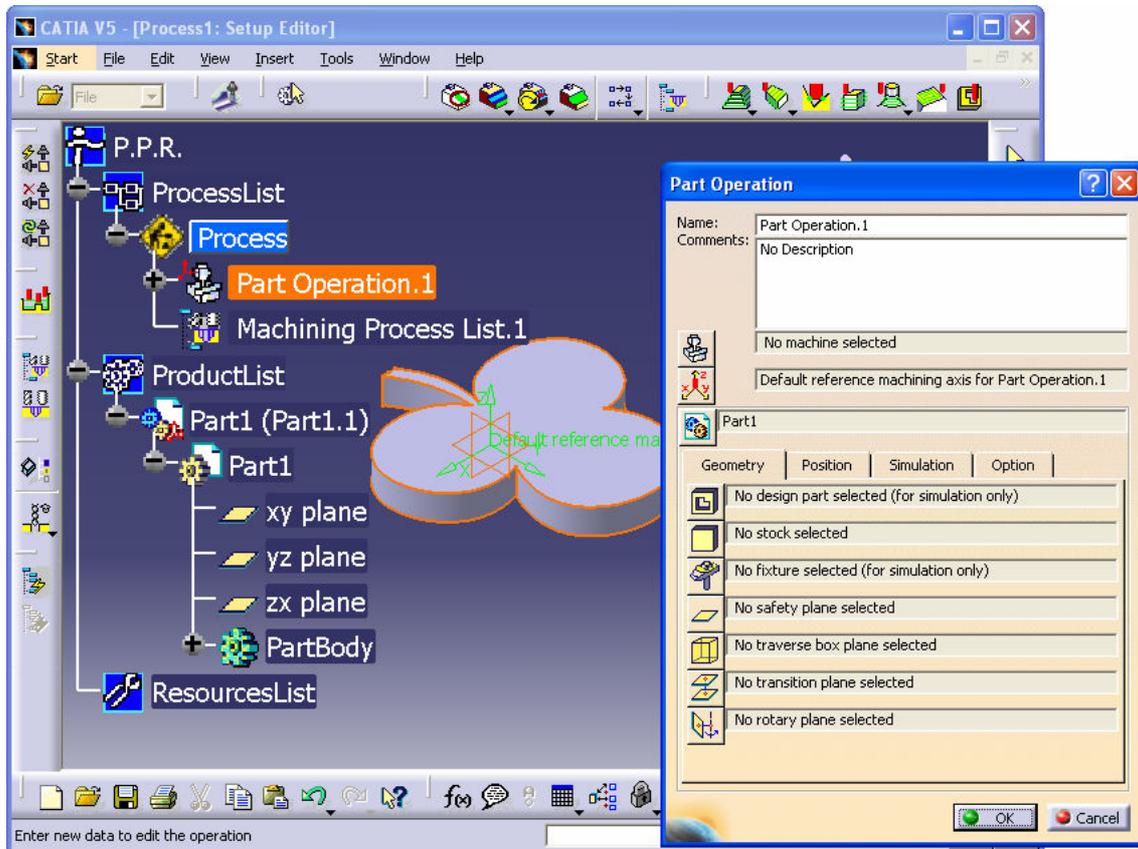


Figura A. 3. Módulo de CN de CATIA.

Desde esta pantalla de configuración se pueden definir, entre otros parámetros, el tipo de máquina de CN que se va a utilizar, lo cual repercute en el formato del programa de pieza de CN que se genera.

Para fijar el tipo de máquina de CN, hay que pulsar sobre el símbolo *Machine*, cuyo icono se encuentra marcado en el cuadro de diálogo mostrado en la figura A.4.

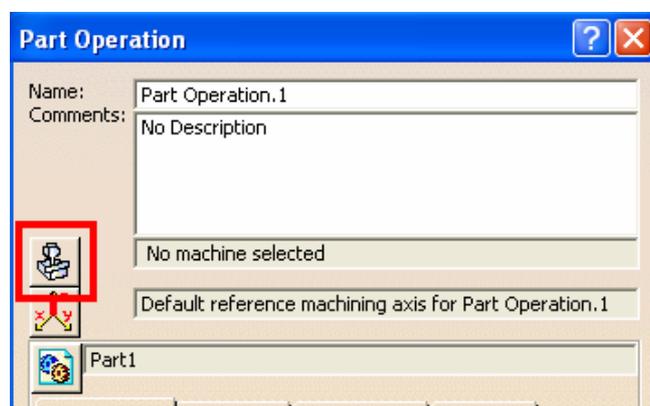


Figura A. 4. Botón que abre el editor de máquina de CN.

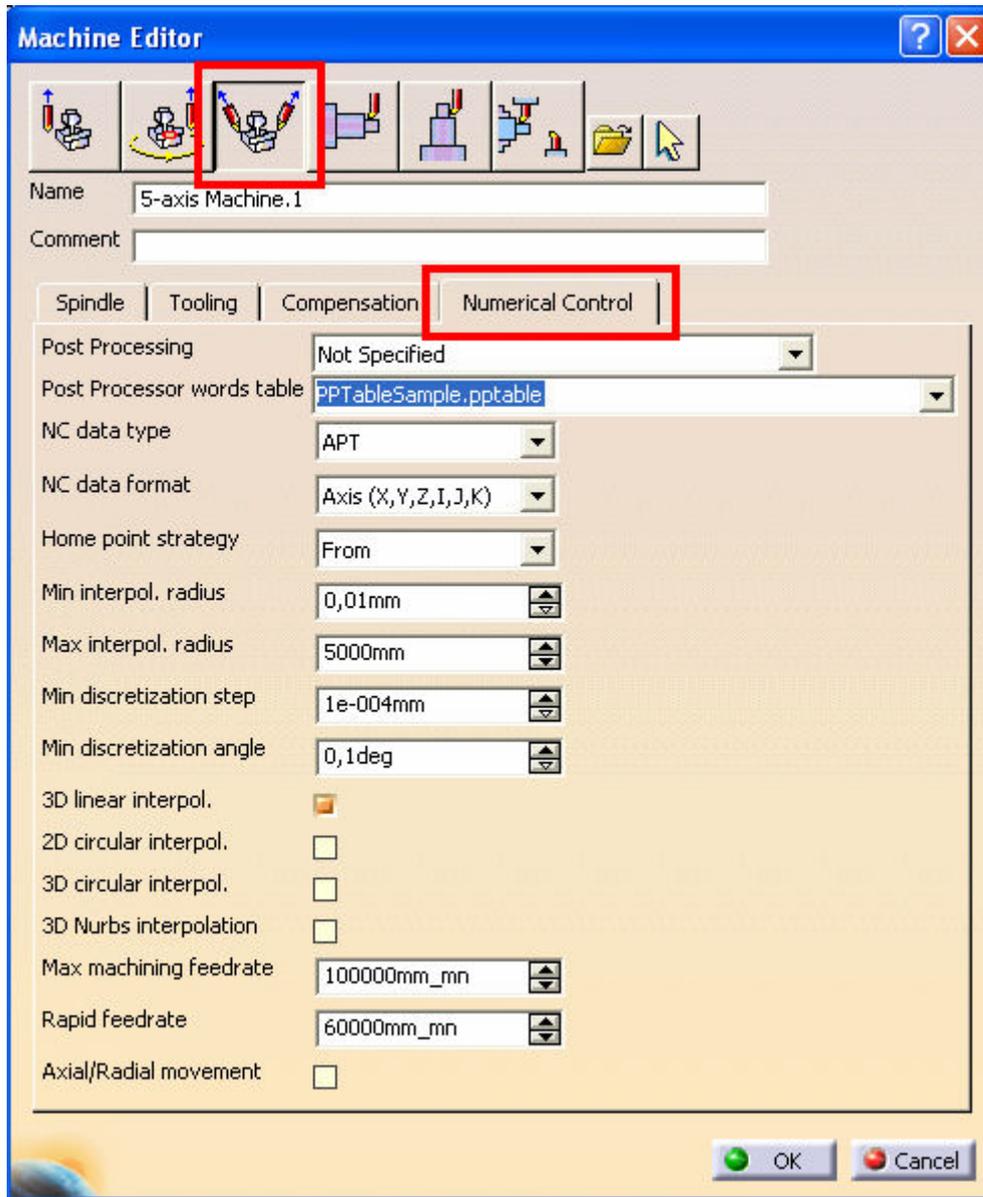


Figura A. 5. Diálogo del editor de máquina de CN.

Hemos de seleccionar una máquina de 5 grados de libertad (recordamos que el manipulador real tiene 6 grados de libertad, pero el sexto no sirve para nada en el caso de la fresa debido a su simetría radial en el eje Z del sistema de referencia solidario al extremo del brazo robótico) pulsando el tercero de los botones superiores, y a continuación nos aseguramos de que los parámetros en la pestaña *Numerical Control* son los mostrados en la *figura A.5*.

- El formato de datos de control numérico (*NC data format*) que se desutilizar es en nuestro caso *Axis (X, Y, Z, I, J, K)*. De esta manera se



Manuales de usuario

obtendrán, además de las coordenadas de los puntos, la orientación de la herramienta mediante el vector (i, j, k) .

- En el campo *NC data type* (lenguaje de los datos de control numérico) se debe escoger la opción *APT*.
- Debe marcarse el cuadro *3D linear interpol*.
- Por último, hay que seleccionar *PPTableSample.pptable* en el cuadro *Post Processor words table*.
- Las demás opciones se dejan por defecto.

Se confirman los cambios pulsando “*Ok*”.

Una vez definidas las características de las máquinas de CN, se debe escoger el postprocesador que CATIA va a emplear para generar el fichero APT. Para ello se debe seleccionar “*Options...*” en el menú “*Tools*” de la barra superior, apareciendo en la pantalla la ventana mostrada en la *figura A.6*.

Configuramos la ventana de la misma forma que la mostrada a continuación.

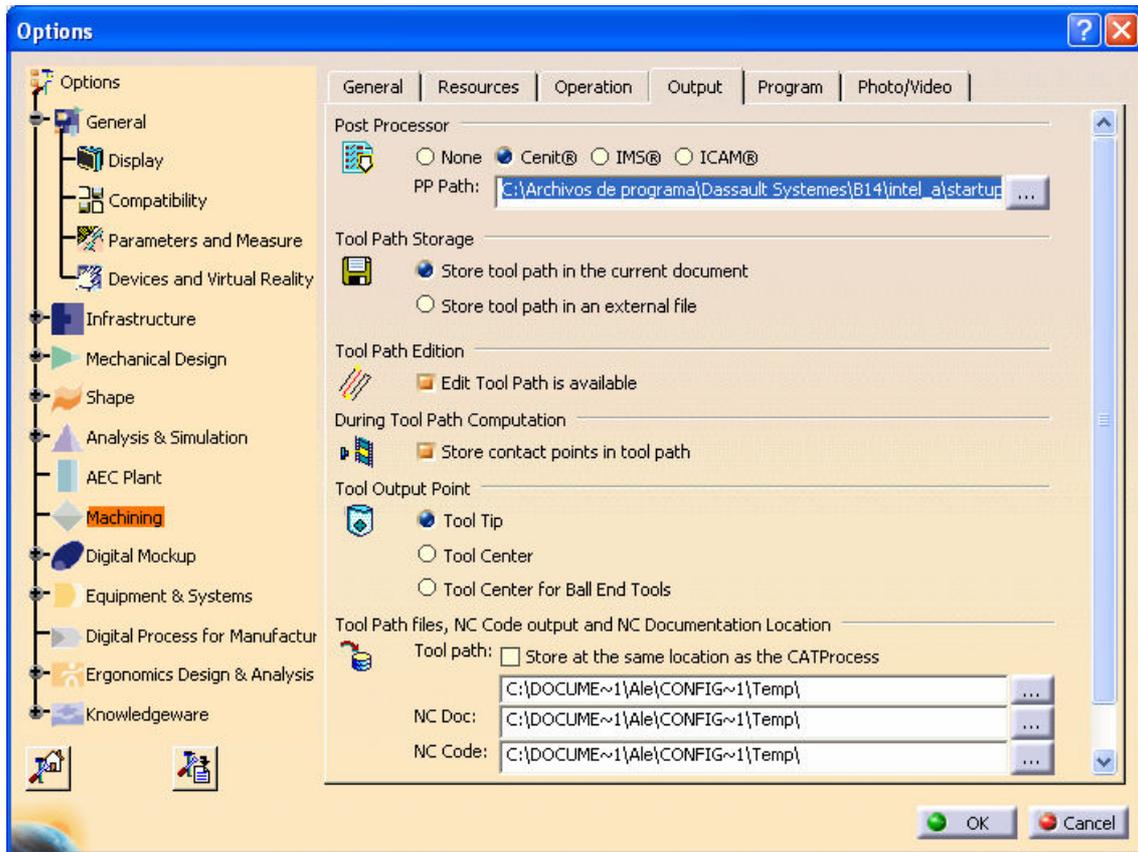


Figura A. 6. Configuración del postprocesador y el formato de salida.

A.1.2. Definición de trayectorias de corte.

Una vez configurado adecuadamente el módulo de CN de CATIA es el momento de comenzar a programar la trayectoria que debe seguir el elemento de corte (la fresa neumática).

Para ello se utiliza la herramienta *Multi-Axis Curve Machining*, a la que se accede pulsando sobre el icono marcado en la *figura A.7*, habiendo hecho clic previamente con el ratón en el bloque *Manufacturing Program.1* del árbol de la izquierda.

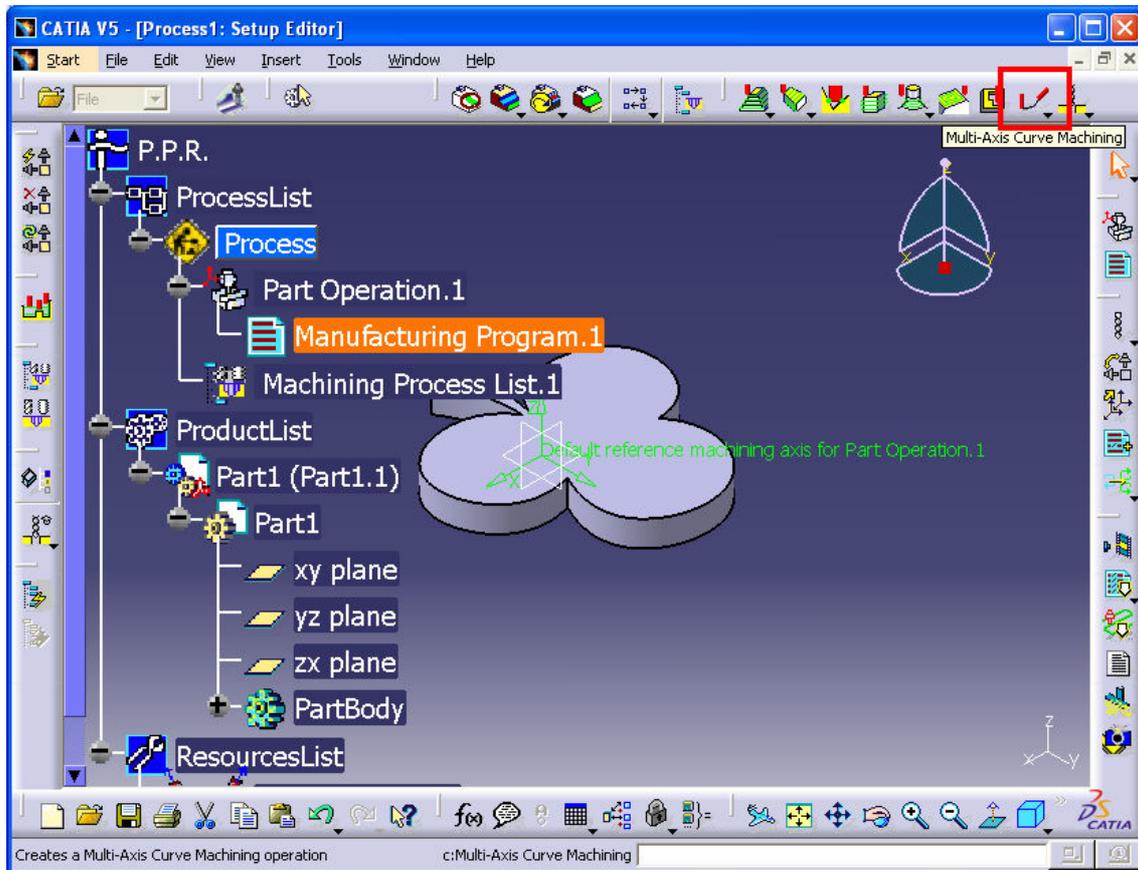


Figura A. 7. Herramienta de CN: Multi-Axis Curve Machining.

Si el bloque de botones al que pertenece la herramienta “*Multi-Axis Curve Machining*” no aparece en la pantalla, lo ponemos pulsando en el menú *View* la opción *Toolbars* → *Machining Operations*.

Esta herramienta resulta idónea en nuestro caso ya que nuestro objetivo es realizar curvas tridimensionales, y no sólo en trabajar superficies. Recordemos que la finalidad es cortar piezas que son en esencia superficies tridimensionales de poco espesor.

La ventana que configura la trayectoria se expone en la figura A.8.



Manuales de usuario

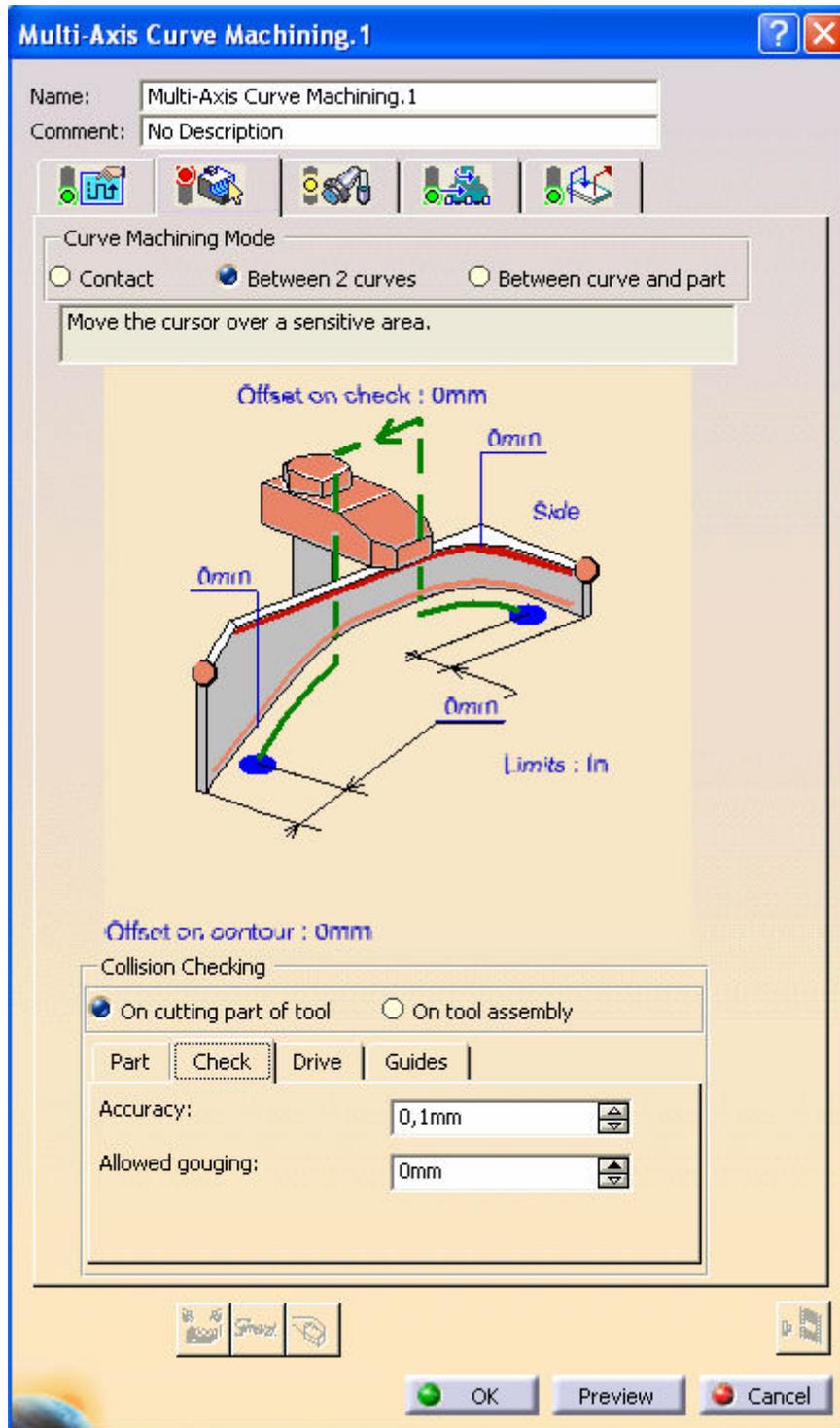


Figura A. 8. Configuración de "Surface Machining" para definir la trayectoria de corte.

En esta ventana vamos a configurar la trayectoria del elemento de corte a lo largo del contorno de la pieza:



Manuales de usuario

- En primer lugar, desde la segunda pestaña (la que se visualiza en la *figura A.8*) hay que escoger el modo de curva de la máquina (*Curve Machining Mode*) y marcar la opción *Between 2 curves*.
- Seguidamente debe elegirse la curva que guiará la herramienta durante el corte. Para ello hay que hacer clic en la línea roja que aparece en la figura anterior. Al hacerlo, desaparecerá la ventana y el programa esperará a que se seleccione una o varias aristas de la pieza diseñada y pulsemos “Ok”.
- Tras lo anterior indicaremos cuáles serán los puntos inicial y final de la trayectoria pulsando en los puntos de color rosa (uno para el inicial y otro para el final) identificando nuevamente en la pantalla donde tenemos la pieza los puntos deseados como primero y último.
- En esta pestaña también podemos configurar otros parámetros como los *offsets* de contorno, los límites, etc...
- A continuación abrimos la primera pestaña donde estableceremos la orientación de la herramienta durante la trayectoria definida anteriormente. En nuestro caso se desea que la orientación se realice interpolando entre las direcciones del punto inicial y final del corte; para ello hay que elegir en el campo *Tool axis mode* la opción *Interpolation* dentro de la pestaña *Tool Axis* (*figura A.9*).



Manuales de usuario

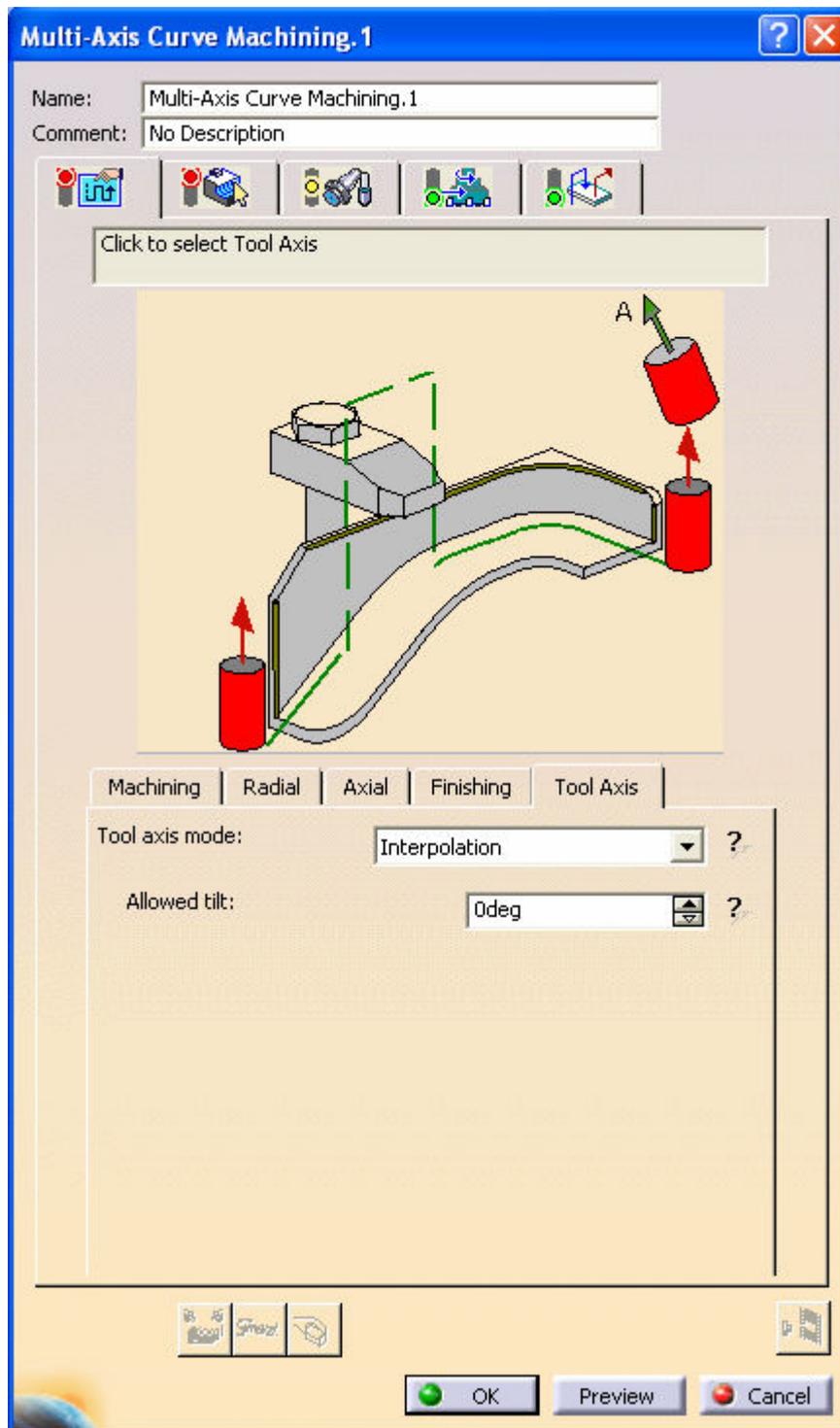


Figura A. 9. Configuración de "Surface Machining" : definición de la orientación de la herramienta.

- Después hay que pulsar sobre uno de los ejes inferiores que aparecen en color rosa de forma que desaparezca nuevamente el cuadro de diálogo y se



Manuales de usuario

visualice el diseño de la pieza para, sobre él, pulsar en una superficie perpendicular y cercana al eje de la herramienta en el origen del corte.

- Tras el paso anterior aparecerá un nuevo cuadro de diálogo en el que se deben seleccionar las opciones mostradas en la *figura A.10*.

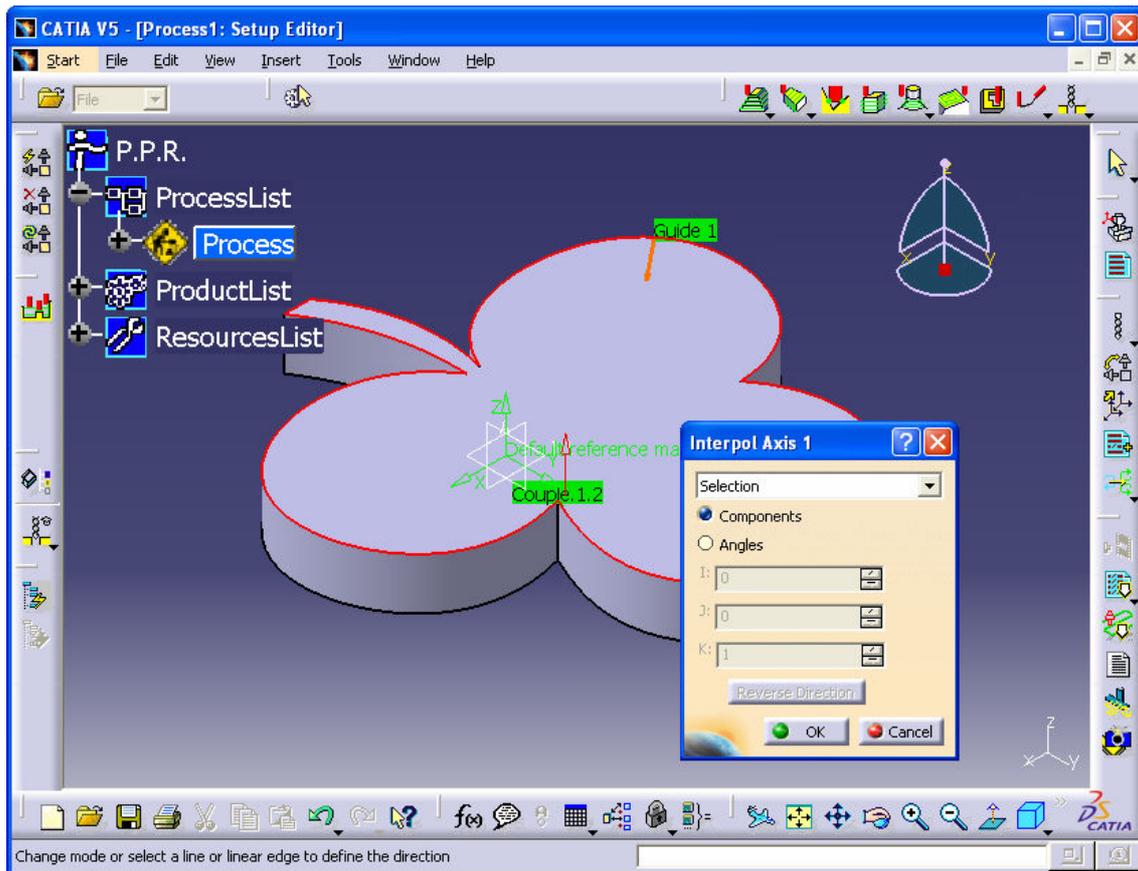


Figura A. 10. Selección de la orientación de la herramienta de corte normal a la trayectoria.

- A continuación debe elegirse el eje que realmente se pretende que actúe como origen del corte y confirmar con “Ok”. Si el sentido no es el deseado basta con utilizar el botón *Reverse Direction*.
- A estas alturas ya se ha seleccionado la orientación de la herramienta en origen del corte. Para elegir dicha orientación al final del mismo, el proceso será idéntico utilizando el otro de los ejes de color de rosa de la *figura A.9*.

Una vez concluidos todos estos pasos, ya se han establecidos todos los parámetros necesarios para definir la trayectoria de corte. Para confirmar que la trayectoria es correcta es posible ver una simulación de cómo sería el movimiento del útil de corte



pulsando sobre el botón “*Tool Path Replan*” con el icono  del cuadro “*Multi-Axis Curve Machining*”.

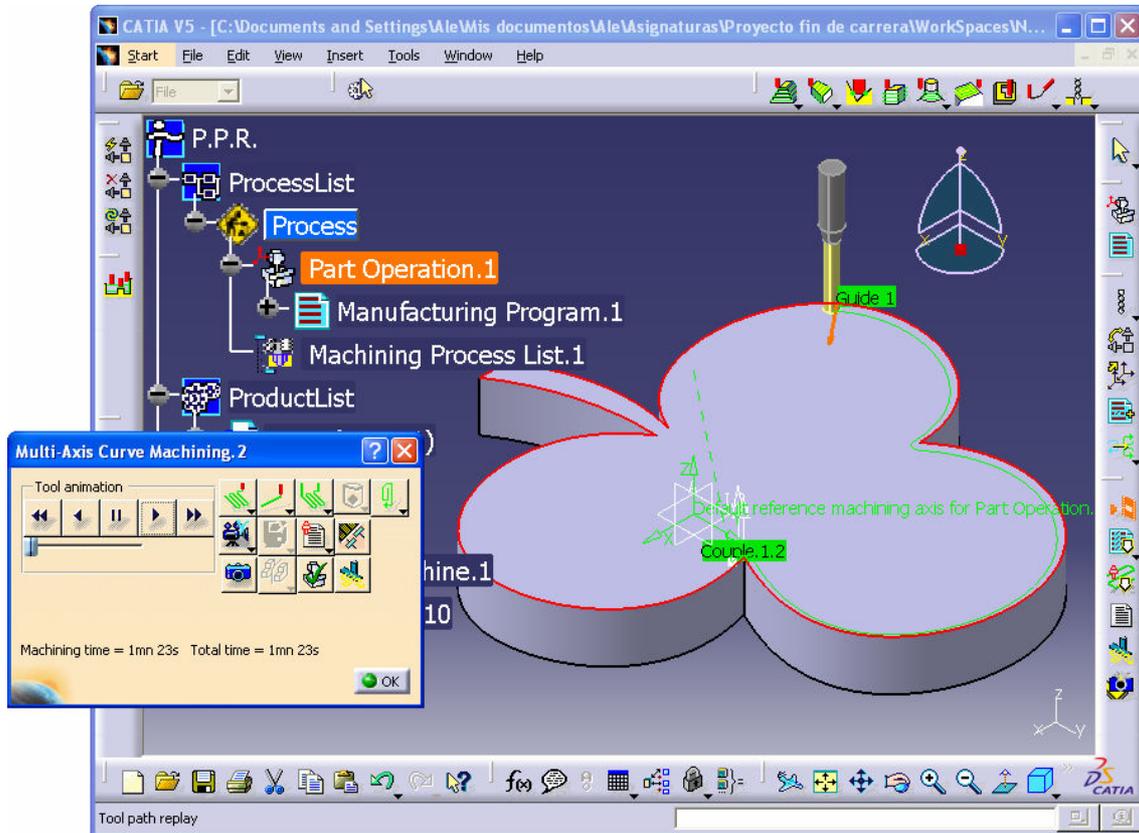


Figura A. 11. Previsualización de la trayectoria de corte.

En esta nueva ventana basta con usar los botones de play en cualquiera de las dos direcciones para ver cual sería la trayectoria de la herramienta. En dicho cuadro se puede configurar la visualización de varias maneras. Para salir de esta ventana hay que picar en “OK”.

Finalmente, una vez vista la trayectoria de la herramienta y comprobada que es correcta, es el momento de confirmarla. Para ello hay que utilizar el botón “OK” del cuadro *Multi-Axis Curve Machining*. Si la operación es correcta, el icono correspondiente del árbol de la izquierda cambiará.

Todavía nos queda exportar los datos de dicha trayectoria en un fichero cuyo formato pueda ser leído por la aplicación; este proceso lo explicaremos en el apartado siguiente.



A.1.3. Creación de ficheros en formato APT.

En este apartado se describirán las operaciones necesarias para generar un fichero en formato APT que contenga toda la información sobre una trayectoria de corte definida previamente partiendo de un diseño de una pieza tridimensional.

Una vez definida completamente la trayectoria de corte a seguir por la herramienta, ya se puede generar el archivo de control numérico que constituye el punto de partida de la aplicación desarrollada. Para generarlo hay que hacer clic con el botón derecho sobre el nodo “*Manufacturing Program*” en el árbol, abriéndose un menú contextual con diversas opciones. Al expandir el submenú “*Manufacturing Program.1 object*” estará disponible la opción “*Generate NC Code Interactively*”, que es el comando que permite exportar la trayectoria definida a un fichero de CN en el formato que se haya configurado previamente. Esta operación puede verse más claramente en la siguiente *figura A.12*.



Manuales de usuario

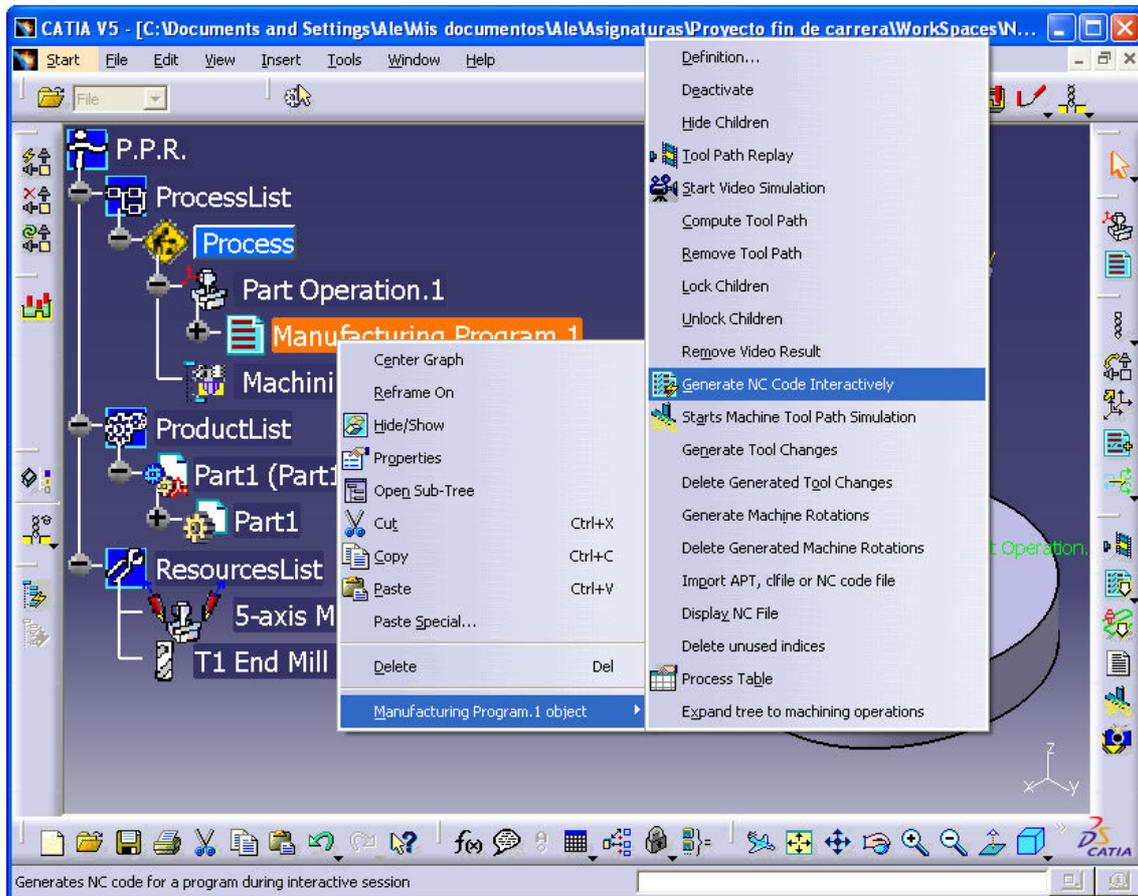


Figura A. 12. Exportación de la trayectoria de corte en formato APT.

Al ejecutar el comando mencionado aparece un cuadro de diálogo que permite indicar la ruta y el nombre del fichero en formato APT que se va a crear:

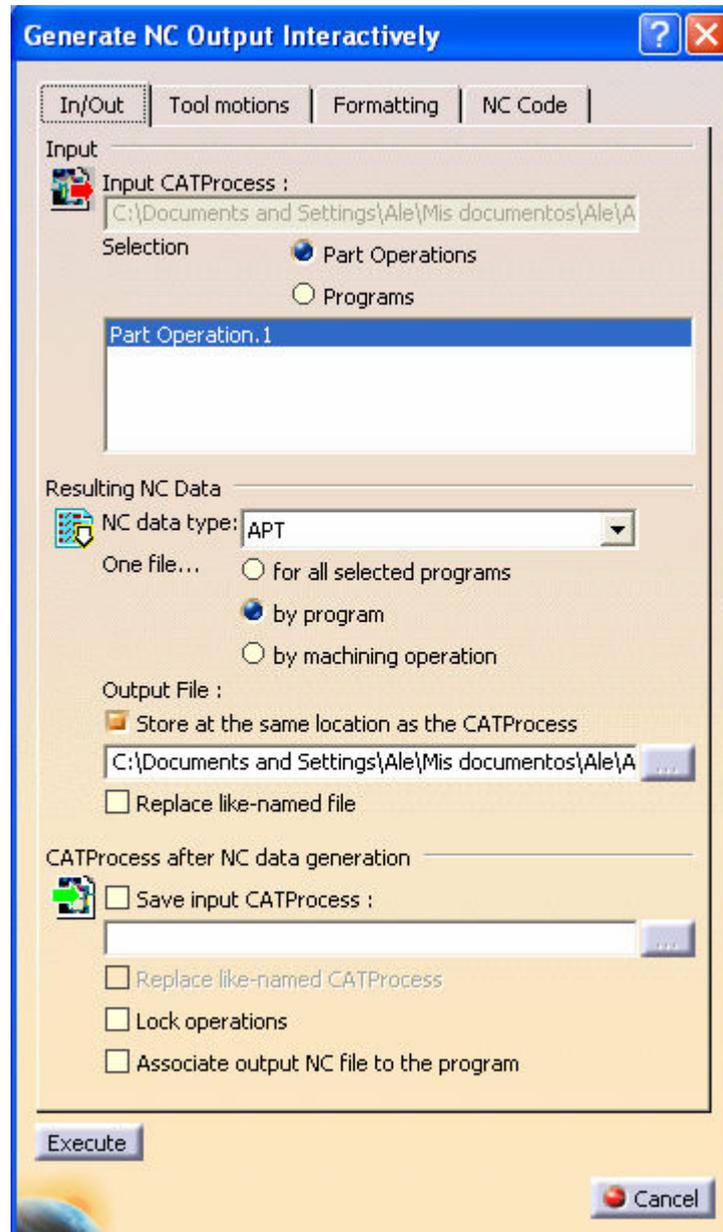


Figura A. 13. Diálogo que almacena código NC en un archivo.

Con el cuadro de diálogo anterior se puede especificar la ruta y el nombre del archivo que va a guardar el código de la trayectoria, además de salvar el proceso aplicado a la pieza para llegar hasta donde hemos llegado en formato “CATProcess”.

El fichero que contiene la información sobre la trayectoria tendrá extensión “.aptsource”, y servirá como dato de partida en el proceso automatizado del corte de piezas en tres dimensiones.



A.1.4. Exportación de archivos para su conversión al formato .X entendible por DirectX.

El programa de simulación ha de cargar, además del robot virtual (que es siempre el mismo), una pieza u otra según haya cargado el usuario una trayectoria u otra con la aplicación 'Corte3D'. Para ello, dicha aplicación, guardaba el nombre de la trayectoria que abría el operario en un archivo de texto que sería abierto y leído más tarde por la aplicación 'Rx90' para la simulación virtual.

El programa de simulación carga los elementos del robot a partir de un archivo de extensión ".x" llamado "Rx90.x", creado con este proyecto, pero la pieza la debe leer de un archivo ".x" que ha de crear el propio usuario o diseñador de la pieza en CATIA.

Así que, a continuación vamos a explicar cómo se consigue finalmente el archivo de extensión entendible por DirectX a partir del diseño primitivo en CATIA.

En primer lugar, una vez tengamos abierto el programa CATIA mostrando la pieza, se guarda ésta con formato STL, pulsando en el menú "*File*" la opción "*Save As...*" y eligiendo el formato según la *figura A.14*.

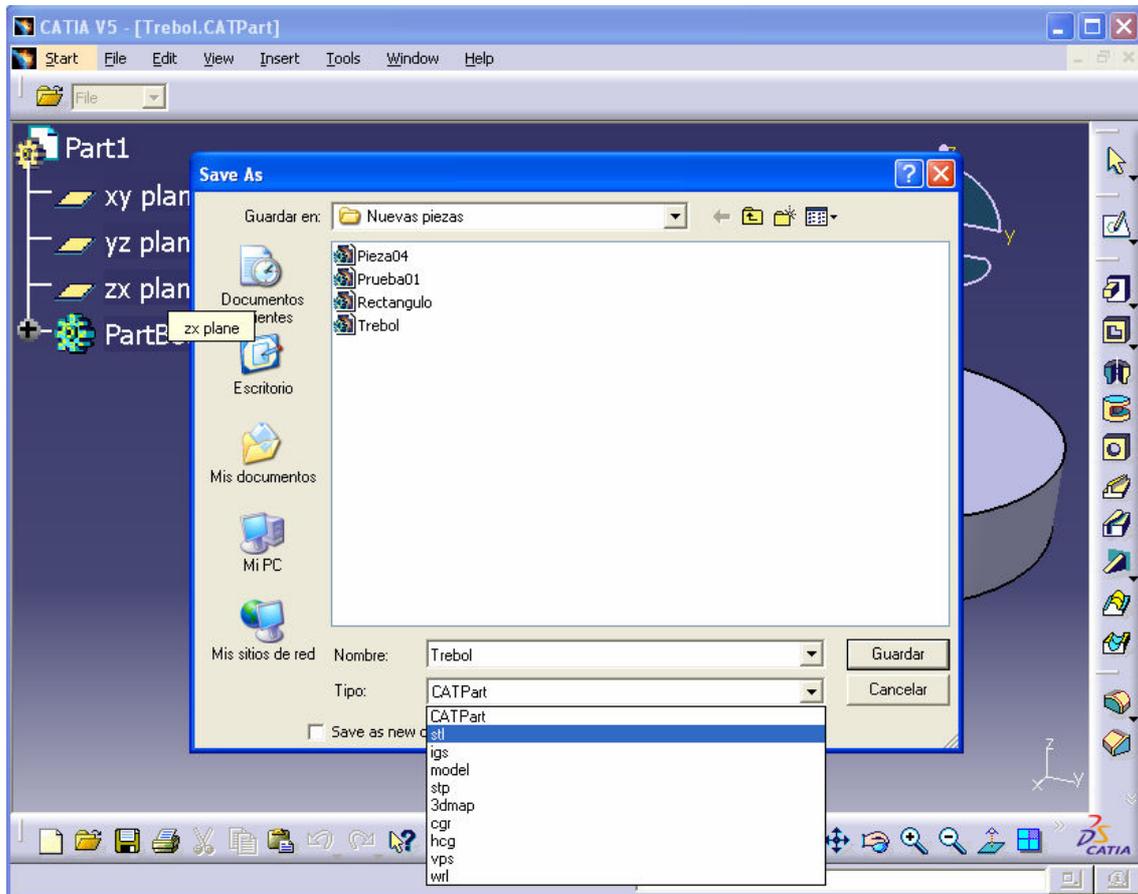


Figura A. 14. Guardamos la pieza en un archivo de extensión ".stl".

A continuación abrimos el programa de diseño 3D Studio Max y buscamos la opción “Import...” dentro del menú “File”. Se abre entonces un cuadro de diálogo para abrir ficheros en el que buscamos dentro del campo “Tipo” el formato “StereoLitho (*.stl)”. Hay que añadir que en nuestro caso hemos usado la versión Max 7, y es posible que en versiones inferiores no se pueda importar archivos en este formato.

Una vez pulsado el botón “Abrir” no aparecerá una nueva ventana como la mostrada en la figura A.15, donde hemos de modificar el campo “Name” con el nombre que tenía la pieza en su diseño. El criterio del nombre de la pieza es fundamental, ya que para que se entiendan entre aplicaciones todos los archivos referentes a una misma pieza deben tener el mismo nombre (diseño de la pieza en CATIA, proceso de la pieza en CATIA, trayectoria del contorno de la pieza en APT, diseño en 3D Studio Max, diseño en “.x” para DirectX).



Manuales de usuario

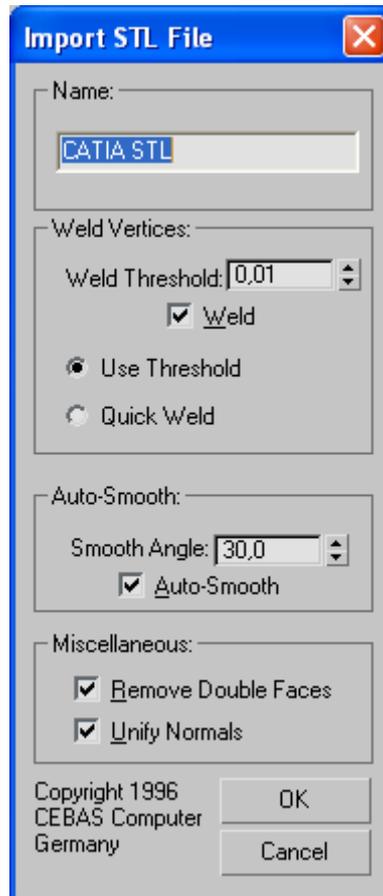


Figura A. 15. Ventana que carga la pieza en formato STL y la identifica con un nombre dentro del archivo.

Desde el programa 3D Studio Max todavía tenemos que hacer una conversión más en el formato para, finalmente, obtener el definitivo fichero “.x”. Este paso intermedio consiste en exportar el nuevo fichero en formato “3DS” pulsando “*Export...*” en el menú “*File*” y guardando la pieza con el mismo nombre del diseño original en CATIA.

Para pasar del formato “.3DS” a “.x” hacemos uso de una aplicación que funciona en MS-DOS llamada “conv3ds”, que ejecutamos tecleando

```
conv3ds Pieza01.3DS
```

siempre que dicha aplicación se encuentre en el mismo directorio que el archivo a convertir.

El fichero generado pasa a ser “Pieza01.x” y contiene la información en binario de los objetos que conforman el archivo original diseñado o exportado desde 3D Studio.



A.1.4.1. Aplicación “conv3ds”.

Esta aplicación convierte los modelos diseñados con 3D Studio Max y otros paquetes de modelaje a archivos “.x”.

Este programa puede funcionar sin opciones de forma que devolverá un archivo que contenga una jerarquía de frames, que es precisamente lo que necesitamos para nuestro proyecto.

Opciones (recordemos que en las opciones se hace distinción entre mayúsculas y minúsculas):

- El programa permite convertir animaciones añadiendo la opción `-A` en el comando:

```
conv3ds -A file.3ds
```

- Otra opción permitida es que el archivo “.x” unifique en un solo objeto todos los elementos que aparecen en el archivo 3DS:

```
conv3sd -m file.3ds
```

- La opción `-T` envuelve todos los objetos de la jerarquía de frames en un único frame de alto nivel. Esto permite al usuario de DirectX cargar todos los objetos del archivo 3DS con una simple llamada a `“Frame::Load”`. Este frame que contiene a todos los demás pasa a ser llamado `“x3ds_filename”` sin la extensión “.3ds”, por supuesto. Esta opción no funciona si se usa con la anterior (`-m`)

```
conv3ds -T file.3ds
```

- Existe una opción que permite modificar el factor de escala de todos los objetos del archivo 3DS:

En este ejemplo los objetos pasarán a ser 10 veces más grandes.

```
conv3ds -s10 file.3ds
```

Y en este último el factor de escala se dividirá entre diez

```
conv3ds -s0.1 file.3ds
```



Manuales de usuario

- La opción `-v` genera unos informes de salida que se imprimen en la pantalla según el dígito que acompañe:

`-v1`: imprime los posibles errores o “*warnings*” que pueda detectar durante el proceso en los objetos que convierte además de un informe general de la conversión.

`-v2`: imprime la información básica correspondiente al frame principal y a los objetos incluidos en el proceso de conversión.

`-v3`: imprime el informe más completo de todos, muy útil para depuraciones.

- La opción `-e` permite cambiar la extensión del archivo que contiene el mapa de texturas. Por ejemplo la instrucción

```
conv3ds -e"ppm" file.3ds
```

con el fichero `file.3ds` conteniendo objetos que hacen referencia a un archivo “`brick.gif`” que contiene el mapa de texturas. Esta operación convertirá los objetos para que puedan ser leídos en un archivo `file.x` con referencia a un archivo de texturas “`brick.ppm`”. De esta forma el mapa de texturas también se cargará cuando en DirectX el D3DPath cargue el archivo “.x”.

- La opción `-x` crea un archivo `.x` de texto, en lugar de un archivo binario. El problema es que el archivo creado es mayor y ocupa más espacio en memoria, pero tiene la ventaja de que se puede editar manualmente.

```
conv3ds -x file.3ds
```

- Por otro lado la opción `-X` añade al fichero `file.x` las plantillas D3DRM de DirectX, que por defecto no se incluyen.

```
conv3ds -X file.3ds
```

- La opción `-t` especifica que el archivo resultante no contiene información de texturas.



Manuales de usuario

```
conv3ds -t file.3ds
```

Existen muchas otras opciones acerca de los parámetros de la textura, de la información generada en los archivos resultantes, etc... que, por si el lector desea informarse, puede acceder al archivo “conv3ds readme.txt” del disco que acompaña esta memoria.



A.2.MANUAL DE USO DE LAS APLICACIONES MFC DESARROLLADAS.

A.2.1. Manual de uso de la aplicación ‘Corte3D’.

Como se ha comentado anteriormente, una de las premisas fundamentales que se realizaron a la hora de desarrollar la aplicación es que debía estar dotada de una interfaz gráfica cómoda y sencilla de utilizar. Por esa razón, como puede verse a continuación, la apariencia del programa desarrollado es muy simple.

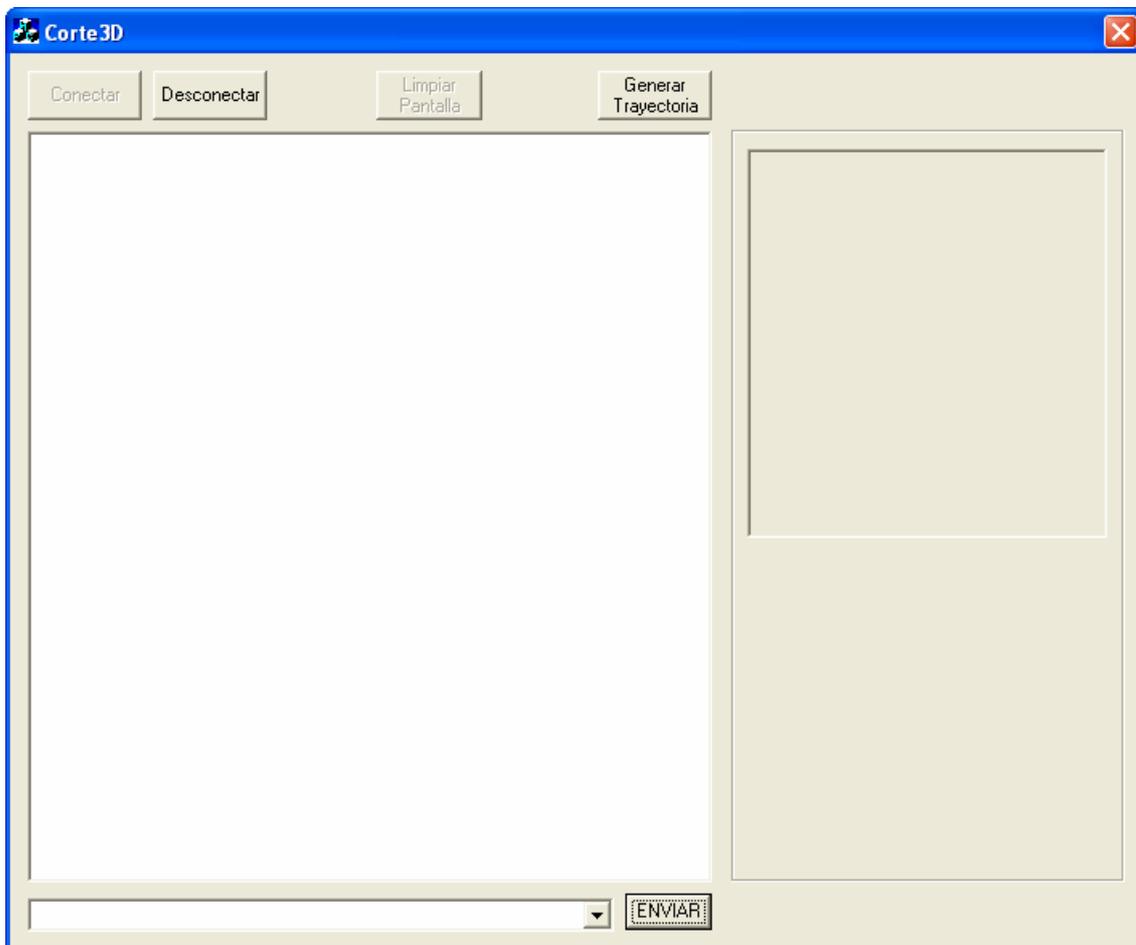


Figura A. 16. Pantalla principal de la aplicación ‘Corte3D’.

A pesar de ello, no se ha eliminado ninguna funcionalidad a la interfaz y desde esta pantalla principal se pueden realizar todas las tareas necesarias, que serán descritas a continuación.

A.2.1.1. Conexión entre la aplicación y el controlador del robot.



Manuales de usuario

Para empezar a utilizar la aplicación lo primero que hay que hacer es iniciar la conexión entre ésta y el armario de control del robot. Para ella se debe pulsar sobre el botón “Conectar” que aparece en la esquina superior izquierda de la pantalla principal. Al hacerlo se mostrará un cuadro de diálogo que permite configurar los parámetros de la conexión RS-232.

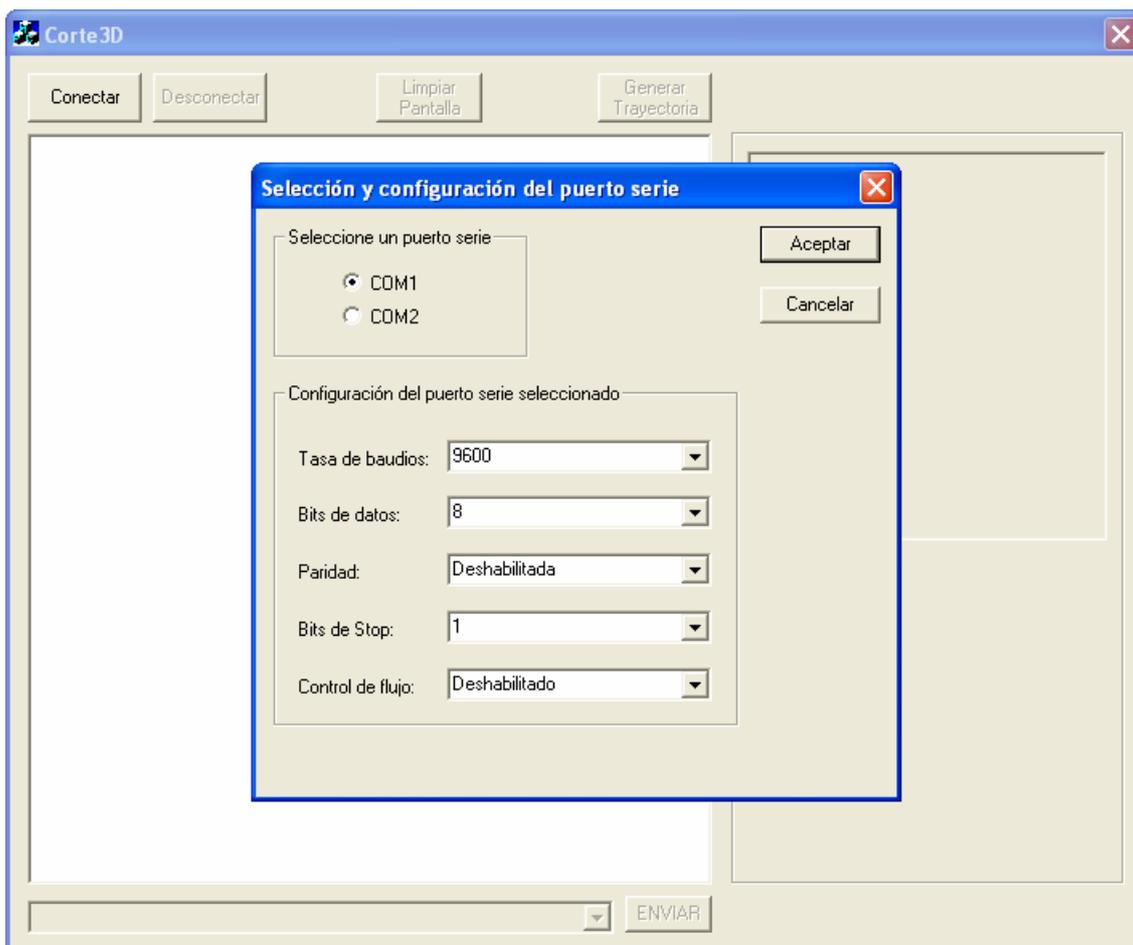


Figura A. 17. Configuración de la conexión a través del puerto serie.

Aunque podría escogerse cualquier valor, para la conexión entre PC y controlador CS7 se recomienda utilizar la configuración por defecto. Esto es:

- Puerto COM1.
- Tasa de baudios: 9600.
- Bits de paridad: 8.
- Paridad: Deshabilitada.



Manuales de usuario

- Bits de stop: 1.
- Control de flujo: Deshabilitado.

Después, basta con pulsar sobre el botón para que se inicie la conexión. En ese momento, si el puerto está libre y no se producen errores inesperados, se habilitará la pantalla del modo emulador de terminal, lo cual es indicativo de que todo funciona correctamente.

Si, por el contrario, ocurre cualquier error, la conexión no podrá establecerse y se mostrará el siguiente aviso de error.



Figura A. 18. Error al abrir la conexión RS-232.

Si en cualquier momento se desea cerrar la conexión bastará con pulsar sobre el botón “Desconectar”, que se encuentra en la pantalla principal al lado del botón “Conectar”.

A.2.1.2. Funcionamiento en modo “Emulador de Terminal”.

Una vez que se ha iniciado la conexión, el modo de funcionamiento “Emulador de Terminal” se encuentra disponible, y cualquier información que envíe el controlador del robot aparecerá en la pantalla en color rojo.



Manuales de usuario

Para enviar comandos al robot basta con escribirlos en el control que se encuentra en la parte inferior de la pantalla y pulsar sobre el botón “*Enviar*”. De forma equivalente, los comandos también son enviados si se pulsa la tecla “*Enter*”.

En la siguiente imagen puede apreciarse este modo de funcionamiento:

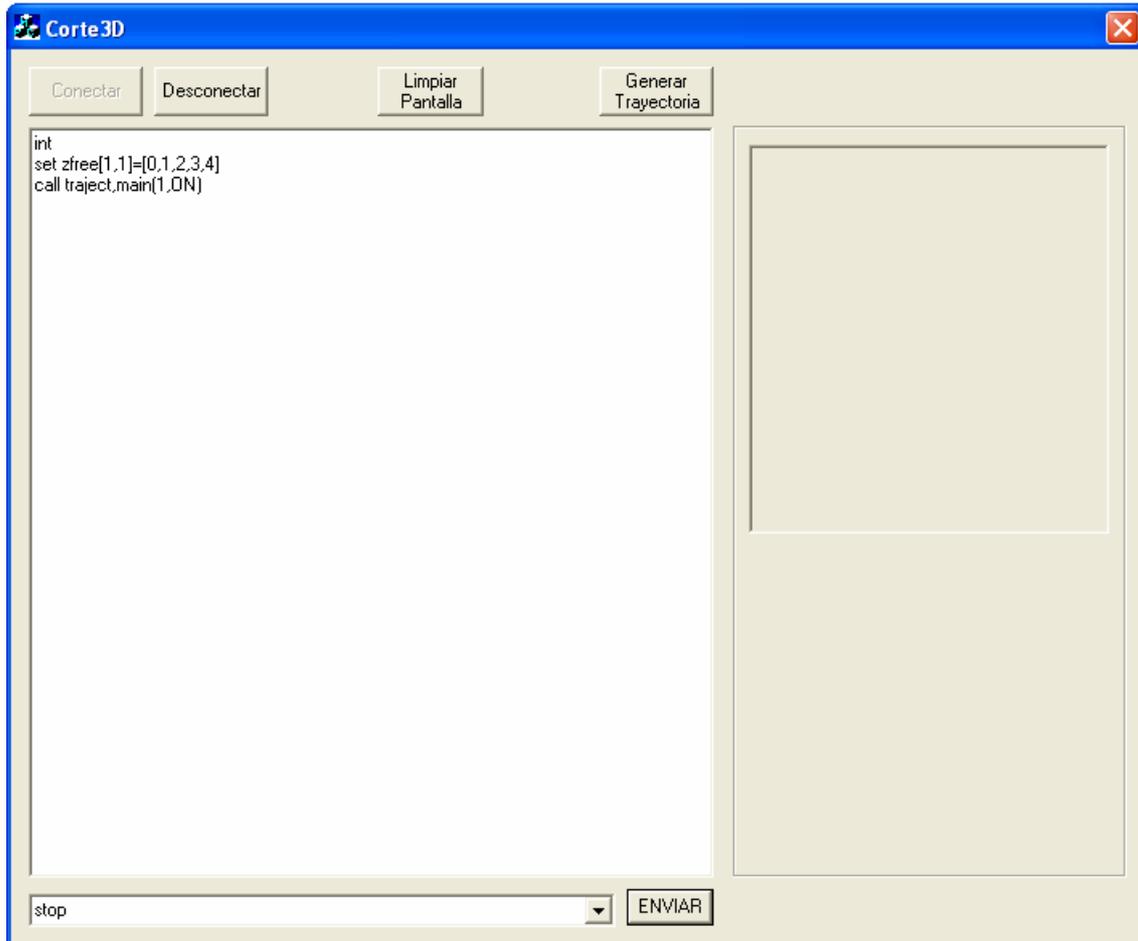


Figura A. 19. Uso de la aplicación como emulador de terminal..

Un detalle adicional sobre este modo de funcionamiento es que, para aumentar la comodidad de uso se ha incorporado un historial de comandos ejecutados, de forma que no sea necesario volver a teclearlos. Para acceder al mismo basta con pulsar sobre la flecha que hay a la derecha del campo de inserción de comandos.

A.2.1.3. Funcionamiento en modo “Ejecución de trayectorias”.

Antes de nada hemos de cargar en el controlador el programa “`corte3d.v2`”, ubicado en la carpeta `c:\corte3d`; tecleando en modo “Emulador de Terminal”:



Manuales de usuario

```
cd c:\corte3d  
  
load corte3d.v2
```

Este modo de funcionamiento constituye el núcleo principal del programa. Para comenzar a utilizarlo basta con pulsar sobre el botón “*Generar trayectoria*”, que se encuentra en la parte superior de la pantalla. Al hacerlo se iniciará el proceso descrito en el apartado correspondiente del capítulo 3.

Lo primero que debe hacerse es recoger la posición de la herramienta en tres puntos característicos de la pieza matriz o *stock* en el entorno real. Para ello, basta con seguir las instrucciones que aparecen en pantalla, que en este primer caso indica que se coloque el robot sobre el primer punto y se pulse aceptar.

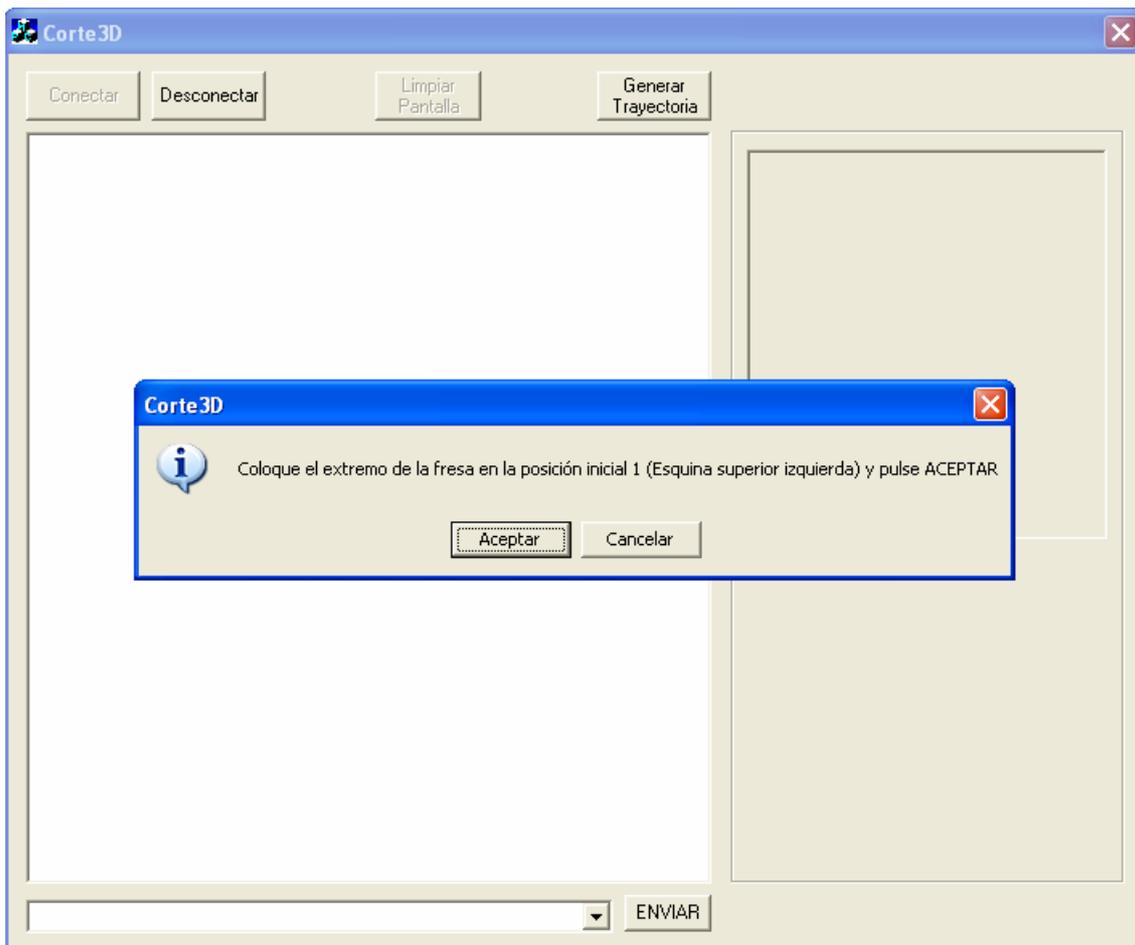


Figura A. 20. Definición del primer punto de la pieza matriz en el entorno real.

La misma operación debe repetirse en el segundo punto:

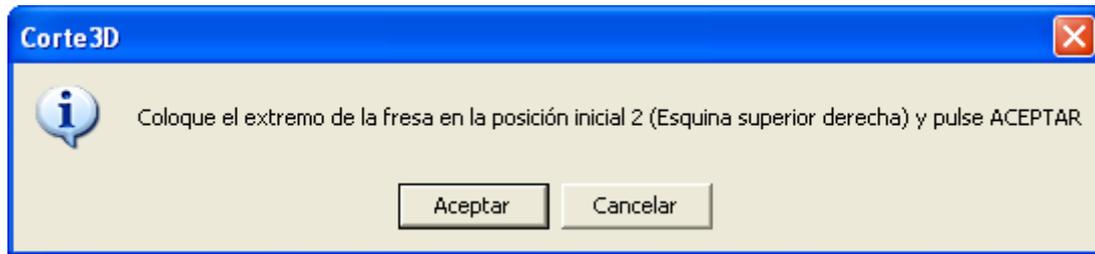


Figura A. 21. Definición del segundo punto de la pieza matriz en el entorno real.

Y también en el tercero y último:

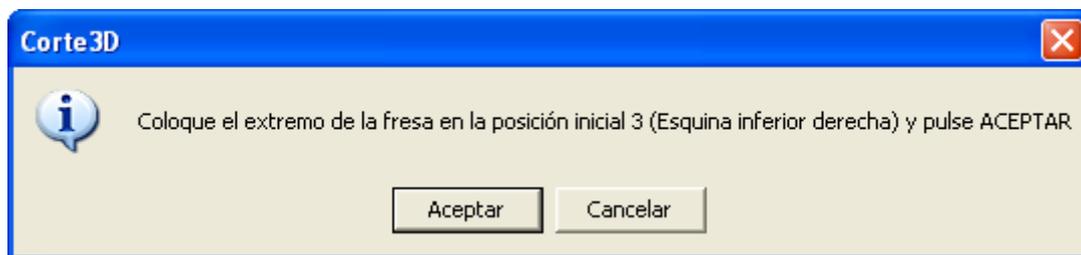


Figura A. 22. Definición del tercer punto de la pieza matriz en el entorno real.

Si ha ocurrido algún error, aparecerá el siguiente mensaje:

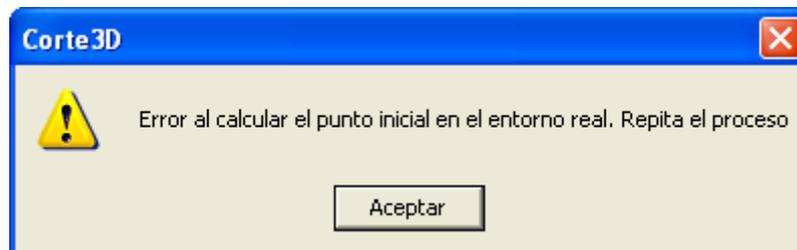


Figura A. 23. Aviso de error al calcular el sistema de referencias asociado al stock en el entorno real.

En caso contrario, se indicará que la operación ha transcurrido con éxito y que se procede a calcular el sistema de referencias asociado a la pieza matriz en el entorno real:

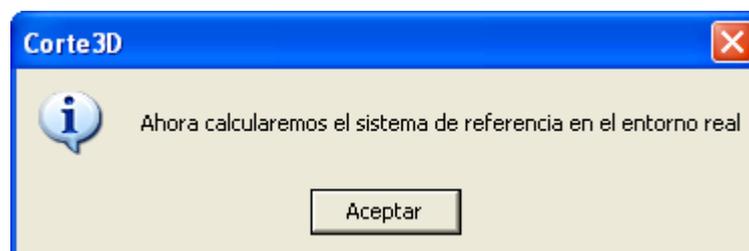


Figura A. 24. Éxito al calcular el sistema de referencias asociado al stock en el entorno real.

El segundo paso consiste en calcular un sistema de referencias equivalente en el entorno real. Para ello debemos introducir la información correspondiente a los mismos



Manuales de usuario

puntos característicos en el diseño de la pieza, tal y como se muestra en la siguiente figura:

| Punto | Descripción | X | Y | Z |
|-------|----------------------------|----------|----------|---------|
| p0 | Esquina Superior Izquierda | 165.831 | 165.831 | 102.506 |
| p1 | Esquina Superior Derecha | -165.831 | 165.831 | 102.506 |
| p2 | Esquina Superior Derecha | -165.831 | -165.831 | 102.506 |

Figura A. 25. Datos para calcular el sistema de referencias asociado al stock en el entorno virtual.

A continuación, debe escogerse el fichero en formato APT que contiene la información geométrica sobre la trayectoria de corte deseada. Para ello, basta con seleccionar el fichero en cuestión en el cuadro de examinador de archivos que aparece en pantalla (el cual contiene un filtro para mostrar sólo los ficheros con extensión .aptsource):

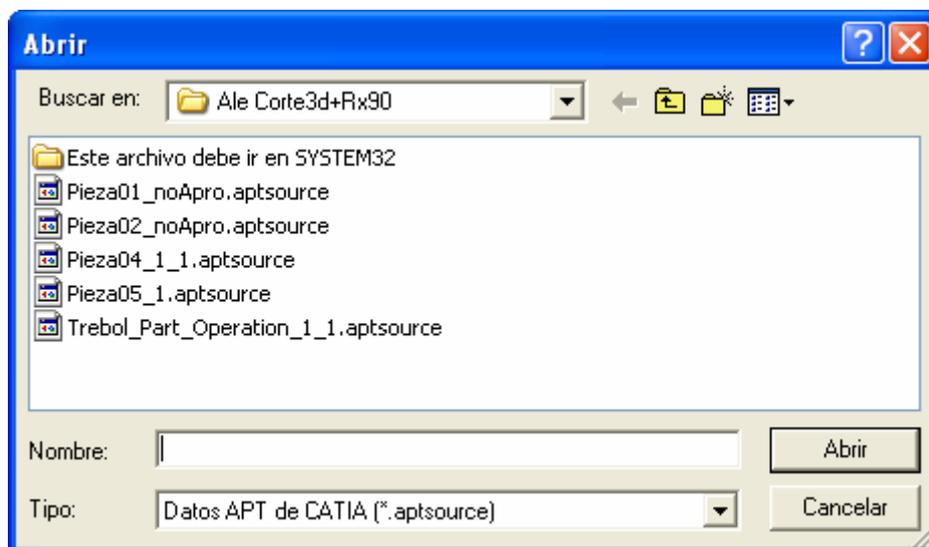


Figura A. 26. Selección del fichero APT a abrir.

Tras seleccionar sobre el archivo deseado y pulsar sobre el botón “OK” se ejecutarán todos los cálculos necesarios para determinar si la trayectoria resultante será correcta o si, por el contrario, alguno de los puntos que la componen no será alcanzable.



Manuales de usuario

En caso de que alguno de los puntos de la trayectoria resultara no alcanzable se mostraría un mensaje de error indicándolo. Aparecerán tantos mensajes como puntos no alcanzables existan.

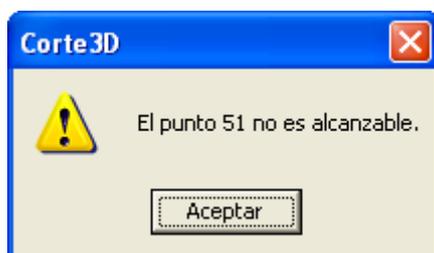


Figura A. 27. Aviso de error en caso de trayectoria no alcanzable.

Si la respuesta al chequeo de alcanzabilidad es correcta, se mostrará la siguiente pantalla indicando que no ha habido errores.



Figura A. 28. Indicación en caso de trayectoria alcanzable.

En cuanto se pulse el botón “Aceptar” se iniciará la transmisión de información al controlador y se preguntará al usuario si antes de ejecutar dicha trayectoria desea visualizar una simulación de la misma.

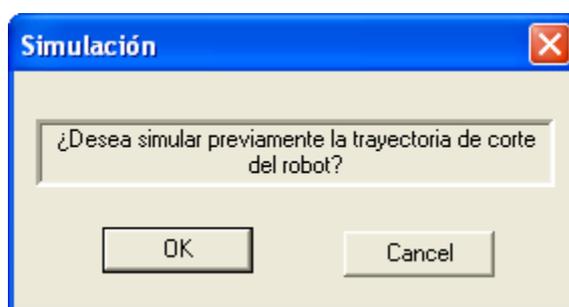


Figura A. 29. Diálogo que le permite al usuario iniciar la simulación virtual del corte.

Al pulsar “OK” se abrirá la aplicación ‘Rx90’ que la comentaremos en el próximo apartado. Si todo resulta satisfactorio en la simulación, al cerrar o salir del programa, se terminará de transmitir información al controlador y se ordenará al robot que ejecute dicha trayectoria de corte.



A.2.2. Manual de uso de la aplicación 'Rx90'.

Al pulsar “OK” en el cuadro de diálogo mostrado en la *figura A.29* se abre la pantalla de la aplicación de simulación virtual con la pieza correspondiente a la trayectoria que se cargó por orden del usuario en la *figura A.26*. Este proceso de comunicación entre aplicaciones es totalmente transparente para el operario, de forma que únicamente selecciona la pieza deseada en la primera aplicación.

A pesar del grado de transparencia entre aplicaciones, es importante que los archivos que tiene que cargar el programa que aquí comentamos estén en la ruta indicada al principio del anexo actual. Esta aplicación buscarán los archivos que contienen los sólidos que conforman el robot virtual y la pieza objetivo y los ficheros donde se encuentran los datos de la trayectoria y la posición de la pieza, en la carpeta desde la que fue llamada esta aplicación, es decir, en la carpeta donde se estaba ejecutando “Corte3D.exe”.

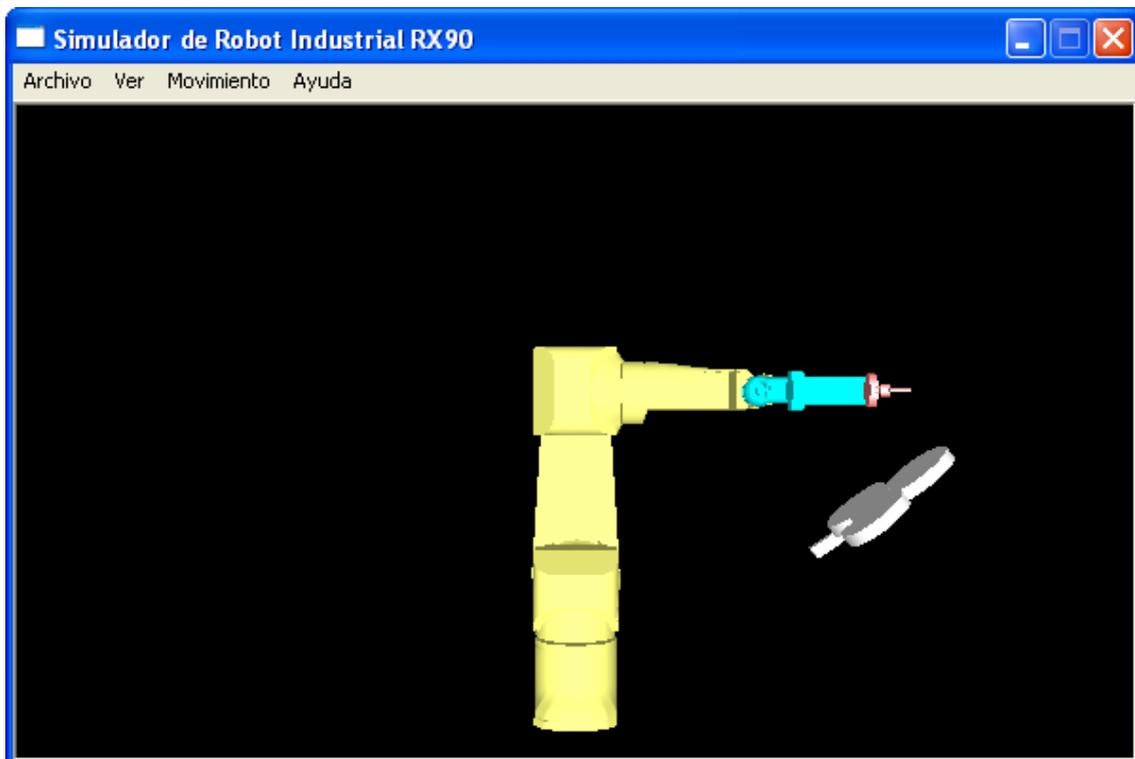


Figura A. 30. Ventana principal de la aplicación 'Rx90'

Esta aplicación permite al usuario una serie de operaciones aparte de las de simular el corte de una pieza previamente diseñada, que era el objetivo final de este proyecto.



Manuales de usuario

Estas operaciones a las que hacemos referencia consisten en la posibilidad del usuario de mover el robot virtual modificando el valor de sus variables articulares directamente (ver *figura A.31*) y su posición cartesiana respecto de los ejes X, Y y Z del sistema de referencia de la base del manipulador (ver *figura A.32*).

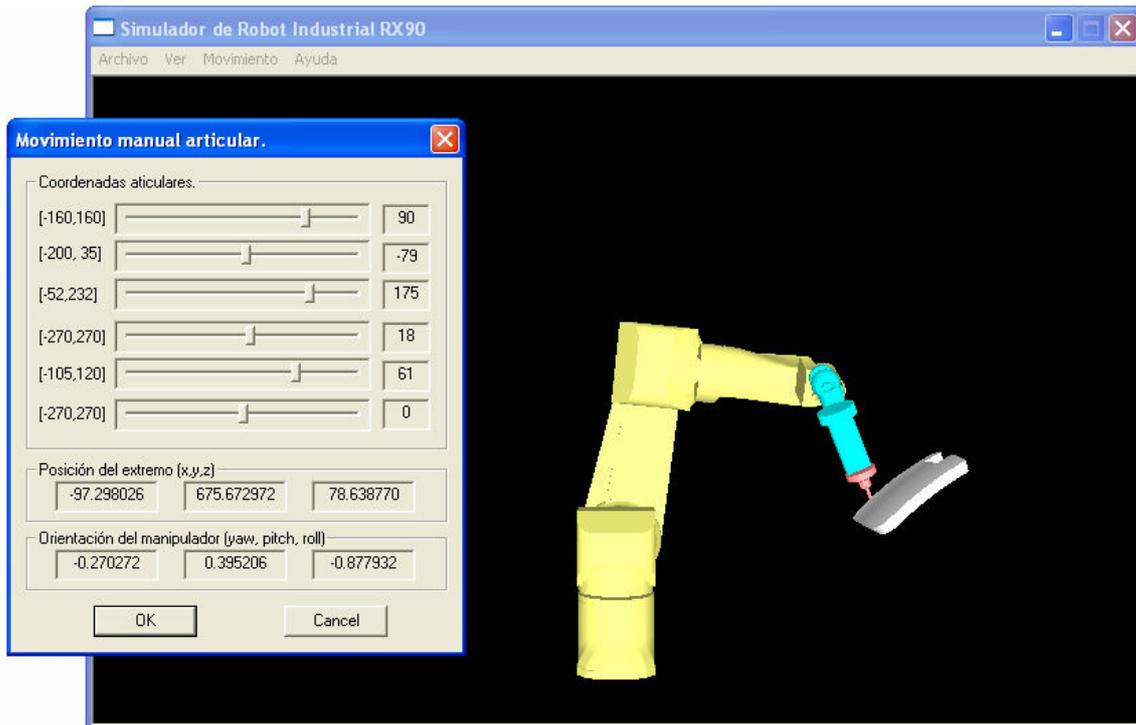


Figura A. 31. Modificación de las variables articulares del robot virtual.

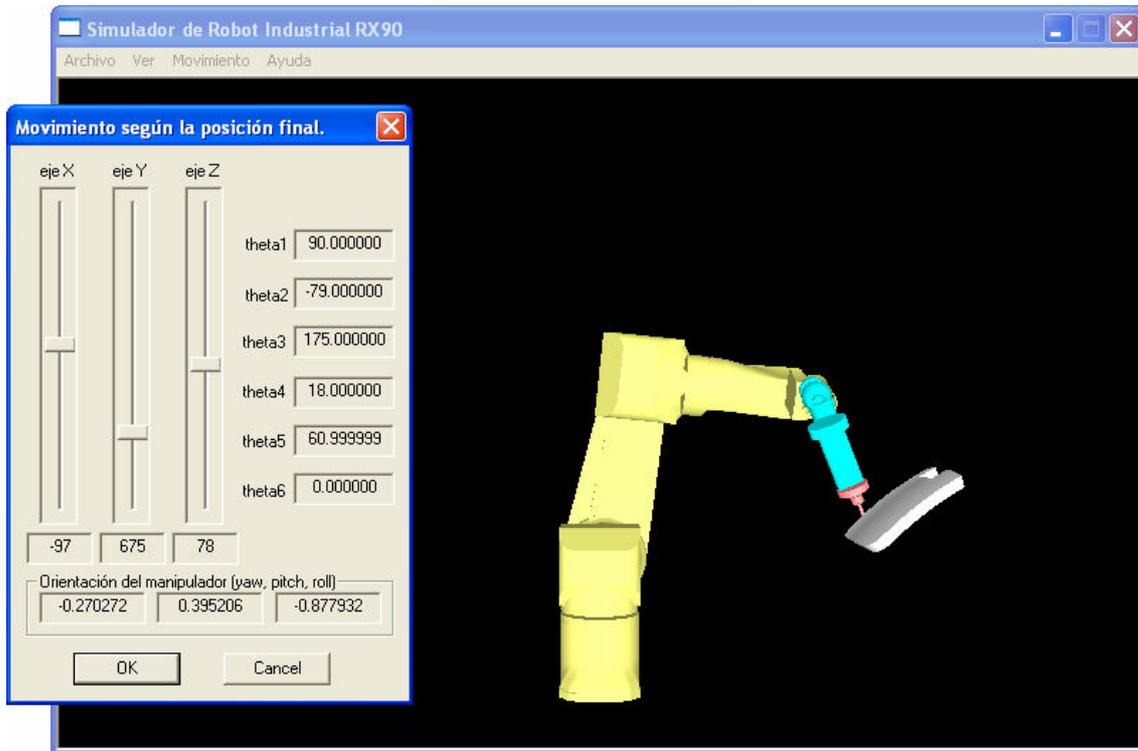


Figura A. 32. Modificación de la posición del extremo según los ejes cartesianos.

Ésta es una opción que además permite conocer el valor de las coordenadas angulares de cada eje, si ello fuera necesario durante la simulación, ya que se puede detener la misma en un punto concreto y abrir cualquiera de los diálogos de “*Movimiento manual*” y visualizar dichos valores angulares junto con la localización del extremo de la fresa en cuanto a posición y orientación en el espacio.

Pero lo que nos interesa del proyecto es la simulación de la trayectoria de corte, de forma que podamos ver cómo el extremo de la fresa recorre el entorno de la pieza que se desea obtener del *stock* matriz en la realidad. Para ello el usuario debe pulsar en el menú “*Movimiento*” la opción “*Simular trayectoria*”, a continuación deberá limitarse a ver cómo se mueve el robot virtual pudiendo repetir la operación de simulación cuantas veces sea necesaria (volviendo a pulsar “*Simular trayectoria*”) y desde el punto de vista que desee modificando la posición de la cámara en el cuadro de diálogo que aparece al pulsar en el menú “*Ver*” y después “*Punto de vista*”.

Mientras esta aplicación esté abierta, la transmisión de datos desde el programa ‘Corte3D’ al controlador estará detenida, con lo que se le permite al operario hacer



Manuales de usuario

todas las comprobaciones que crea necesarias para asegurarse el corte perfecto en la ejecución real.

Una vez pulsado “*Salir*” en el menú “*Archivo*” o cerrado la ventana de la forma tradicional en *Windows* se reanudarán las labores de transmisión de datos al controlador para, finalmente, efectuar el corte real en el *stock*.