

Manual de Gen4u

Versión 2.1

21 de marzo de 2001

Capítulo 1

Breve descripción del algoritmo.

El programa *GEN4U* es un generador de mallas no estructuradas de elementos cuadrangulares.

GEN4U requiere información acerca del contorno del dominio a discretizar y el tamaño de lado de elemento deseado. El contorno se especifica mediante unos puntos base, los cuales siempre se consideran nodos de la malla, definiendo una poligonal cerrada. El parámetro tamaño de lado de elemento puede especificarse en los puntos base del contorno, o bien en los vértices de una submalla de triángulos que cubre todo el dominio.

El algoritmo se compone de dos fases independientes:

- Partición del dominio y colocación de los nodos.
- Corrección de la topología y suavizado.

En la primera fase el dominio se va particionando sucesivamente usando líneas divisorias hasta obtener cuadriláteros del tamaño deseado. Estas líneas se eligen mediante la minimización de una función de coste definida por una combinación lineal de determinados criterios geométricos y de calidad de malla.

La distribución de los nodos sobre el contorno y líneas divisorias se basa en la imposición de una variación progresiva del tamaño de lado de los elementos; el cual se especifica, como se ha citado anteriormente, en los puntos base del contorno o en los vértices de una submalla, mediante un parámetro real positivo denominado, en adelante, h .

Dicha submalla consiste en un recubrimiento del dominio formado exclusivamente por triángulos. Su utilización permite un mayor control sobre el tamaño de los elementos de la malla, pudiéndose de esta forma concentrar elementos a lo largo de una recta o cerca de un punto.

Una vez discretizado el dominio se mejora la calidad de la malla mediante técnicas de cosmética y un método de suavizado. En las técnicas de cosmética se mejora la topología de la malla mediante la eliminación de algunos nodos y elementos. Seguidamente se aplica una técnica de suavizado en la cual se mejora sensiblemente la distorsión de los elementos. Se han implementado dos algoritmos de suavizado. El primero está basado en criterios geométricos, y busca minimizar la distorsión de los elementos. El segundo es una modificación del anterior en el cual también se minimiza la distorsión pero manteniendo, en la medida de lo posible, la densidad de elemento prescrita en cada zona de mayor o menor concentración.

Una vez finalizado el proceso de generación de la malla se pueden realizar copias del dibujo en un fichero `postscript` o hacer “zooms” de zonas concretas. Con el fin de facilitar el trabajo de creación de la malla, durante el proceso de generación se visualizan en pantalla algunos estados intermedios.

El programa genera diversos ficheros de resultados. Así, es posible almacenar la malla resultante en un archivo, o guardar en determinados ficheros los nodos del contorno (o parte de ellos). La finalidad de estos últimos es facilitar la imposición de las condiciones de contorno del problema en los cálculos posteriores.

Capítulo 2

Utilización del *GEN4U*.

2.1 Ejecución del programa.

El programa ejecutable se activa desde el lenguaje de comandos propio del sistema mediante la instrucción:

```
> gen4u [fichero de parametros]
```

donde los corchetes indican el que el nombre del fichero de parámetros es opcional. En caso de omitirse el programa preguntará (via `stderr`) por el nombre de dicho archivo.

2.2 Ficheros de Entrada.

2.2.1 Fichero de Parámetros.

El fichero de parámetros es un archivo en formato `ASCII` donde en cada línea se especifica una de las opciones aceptadas por *GEN4U*. Así mismo, se permiten líneas de comentarios iniciadas por el símbolo `#`.

Es importante resaltar que cada opción debe especificarse en una línea diferente y necesariamente ha de empezar en el primer carácter de esa línea. Para aquellas opciones que requieran de calificadores o parámetros adicionales estos deben ir en la misma línea y separados por espacios en blanco (más adelante se presentarán varios ejemplos).

En todas las opciones sólo son representativos los 4 primeros caracteres, por lo que el resto puede obviarse o cambiarse sin ningún problema. Cabe

destacar que el programa distingue mayúsculas de minúsculas al comprobar qué opciones se han seleccionado.

Las posibles opciones de que dispone la presente versión del *GEN4U* són:

- **Contour** indica donde encontrar el fichero de descripción del contorno (a continuación se debe indicar el nombre del fichero).
- **Portrait** redirecciona los gráficos postscript al fichero indicado a continuación. La orientación del papel será vertical. Por defecto los ficheros postscript tienen por nombre `output.i.ps` y orientación vertical. Esta opción solo indica el sustituto de la palabra `output` (prefijo del nombre de los ficheros `postscript` que genera el programa).
- **Landscape** redirecciona los gráficos postscript al fichero indicado a continuación. La orientación del papel será horizontal. Por defecto los ficheros postscript tienen por nombre `output.i.ps` y orientación vertical.
- **Submesh** informa al programa que se usará una submalla de triángulos para calcular el tamaño de los elementos de la malla. Debe ir seguido por el nombre del fichero donde se especifica la submalla.
- **Zoom** indica que se desea visualizar sólo una parte del dominio. Debe ir seguida por tres números reales, que son las coordenadas x e y del vertice inferior izquierdo del dominio y el rango de valores a visualizar (es el mismo para las dos direcciones).
- **NoSymmetry** desconecta la detección de simetrías en el dominio durante el proceso de mallado. La detección de simetrías sólo se realiza si no hay submalla de triángulos.
- **Statistics** pide al programa que proporcione ciertos indicadores sobre la calidad de la malla como son, los ángulos, la distorsión y la relación entre el tamaño de elemento deseado y tamaño obtenido. Para cada uno de estos tres conceptos se proporciona el valor mínimo, máximo, la mediana y la desviación tipo. Para las mallas con elementos muy “malos” los valores de las distorsiones se calculan como si en estos elementos tuvieramos un valor de la distorsión infinito (el inverso de la tolerancia del programa), con lo que los valores estadísticos pueden verse seriamente afectados.

- **SmoothMod** indica que el algoritmo de suavizado a usar debe ser la modificación del método propuesto por Giuliani. Por defecto el programa usa el método desarrollado por Giuliani.
- **Output** indica que se desea guardar la malla (su geometría y su topología) resultante en un fichero. A continuación debe especificarse (opcionalmente) el nombre del fichero. Si el nombre del fichero fuera `stdout` o no se hubiera indicado nombre el programa mostraría los resultados por la salida estándar (normalmente la pantalla).
- **QuietContours** indica que los segmentos de retorno y de unión entre bloques no deben moverse durante los procesos de cosmética y suavizado (van a quedar fijos).
- **FixContours** indica que los segmentos de retorno y de unión entre bloques deben mantenerse como contorno exterior de la malla.
- **Frontal** fuerza una capa de avance frontal a lo largo de todo el contorno del dominio. Esta opción puede repetirse varias veces, por cada una de ellas se obtendrá una capa de avance frontal. El máximo número de capas posibles es 32.
- **Renum** cambia la numeración de los nodos. Por defecto los elementos mantienen la numeración obtenida durante el proceso de generación (resulta una numeración de “skyline” mínimo para los elementos, excepto si se usa el avance frontal). Con esta opción se realiza una renumeración frontal de los elementos. En ambos casos los nodos se numerarán para obtener un ancho de banda de la matriz lo menor posible.
- **Skyline** cambia la numeración de los nodos para reducir el ancho de banda de la matriz en almacenamiento por “skyline”. Solamente resulta útil si se ha realizado avance frontal.
- **Spanish** selecciona el castellano como idioma para los mensajes de error (para facilitar la portabilidad del código los mensajes no disponen de acentos).
- **English** selecciona el inglés como idioma para los mensajes de error. De todos modos el inglés ya es el idioma por defecto.

- **Catalan** selecciona el catalán como idioma para los mensajes de error (para facilitar la portabilidad del código los mensajes no disponen de acentos).
- **French** selecciona el francés como idioma para los mensajes de error (para facilitar la portabilidad del código los mensajes no disponen de acentos).
- **FCosmetics** habilita el proceso de cosmética para todos los nodos obtenidos mediante avance frontal.
- **FSmooth** habilita el suavizado para todos los nodos obtenidos durante el proceso de avance frontal (por defecto solo se suavizan las capas interiores).
- **NoDraw** inhabilita el dibujo de la malla por la xterminal, esto permite enviar la ejecución del programa a cola de batch sin preocuparnos de pulsar el mouse para que el programa continúe con su ejecución.

Ejemplos

Seguidamente se presenta un ejemplo de fichero de contorno simple:

```
# Definicion del fichero de contorno
Cont test1.dat
```

Nótese el espacio (imprescindible) que hay entre la palabra `Cont` y el nombre del fichero. También cabe destacar que se ha abreviado la palabra `Contour` por sus primeras cuatro letras.

Otro ejemplo (un poco más elaborado) es:

```
Submesh test2.sub
Contorno test2.dat
Stat
```

En este ejemplo se han proporcionado más opciones que en el anterior. Destacar la utilización de la palabra `Contorno` donde se puede observar que al no diferir sus cuatro primeras letras (ver 2.2.1) de la palabra reservada `Contour` el programa la interpreta como si de ésta se tratara. Más importante aún es la opción `Stat` por la que se pide al programa que informe sobre varios aspectos concernientes a la calidad de la malla obtenida.

2.2.2 Fichero de contorno

En este fichero se especifica la información sobre el contorno del dominio a discretizar. Como se ha mencionado anteriormente, éste se determina mediante unos puntos base y la unión entre ellos. Existen dos posibilidades de conexión entre dos nodos consecutivos del contorno, una de ellas es la línea recta y la otra un arco de circunferencia.

Los puntos base se definen mediante tres valores reales, los dos primeros representan la información correspondiente a las coordenadas x e y del nodo y el tercero es el tamaño de elemento deseado (h). Opcionalmente se puede añadir un número entero para indicar el tipo de contorno al que pertenece el punto (ver subapartado 3.4). A este número se le denomina código de contorno.

El orden de los puntos al definir el contorno debe ser obligatoriamente el matemático (dejando siempre el dominio a la izquierda de la línea del contorno según se define ésta). De forma que estos describan una poligonal cerrada.

El formato del fichero está definido por líneas, la primera de ellas indica cuantos bloques tiene el dominio. La segunda línea informa del número total de nodos que definen el contorno (suma de los nodos que definen cada bloque).

Para cada bloque, primero se debe indicar el número de nodos que lo definen. A continuación la información correspondiente a cada nodo (sus coordenadas, el tamaño de elemento y, opcionalmente, el número de identificación de contorno). En la siguiente línea se debe indicar el tipo de unión entre dicho nodo y en anterior. Se dispone, por tanto, de una secuencia de líneas donde alternativamente aparece un nodo y el tipo de unión entre él y el nodo anterior (más adelante se describen los distintos tipos de unión). Las excepciones a esta regla són:

- El primer nodo no va seguido de ningún tipo de unión ya que no tiene nodo anterior (los dos primeros nodos del dominio se dan seguidos).
- Después de definir el tipo de unión entre el penúltimo y último nodos se debe definir el tipo de unión entre el primer y último nodo (para así cerrar totalmente el dominio).

A continuación se puede ver un esquema de formato de fichero.

```

NumBloques
NumTotalNodos
NumNodosBloque1
coord-x coord-y h [tipo contorno]
coord-x coord-y h [tipo contorno]
Union
coord-x coord-y h [tipo contorno]
Union
coord-x coord-y h [tipo contorno]
Union
Union
NumNodosBloque2
coord-x coord-y h [tipo contorno]
coord-x coord-y h [tipo contorno]
Union
.
.
.

```

Tipos de unión entre nodos.

Como se ha comentado anteriormente, se puede unir dos nodos consecutivos del contorno mediante una línea recta o mediante un arco de circunferencia. Para unirlos por una recta se debe escribir en el campo Unión del fichero de contorno la palabra `lin`. Por contra, para unirlos mediante un arco de circunferencia se debe indicar mediante la palabra `arc` seguida, en la línea siguiente, por el radio del arco de circunferencia. Si este radio es positivo, el arco “sobresale” hacia la parte exterior del dominio. Si el radio es negativo, el arco “entra” en el dominio. Es importante destacar que un arco definido de este modo no puede abarcar un ángulo superior a 180° .

Excepcionalmete, y para mantener la compatibilidad con los formatos anteriores de este fichero, si la última línea del mismo es la palabra reservada `lin`, ésta puede obviarse.

2.2.3 Fichero de submalla.

El fichero de la submalla contiene la geometría y topología de la submalla de triángulos a utilizar para el cálculo del tamaño de los elementos durante la

discretización. Este fichero, como se ha indicado anteriormente, es opcional. Para cada nodo deben especificarse su identificador, sus coordenadas y el tamaño de elemento.

El identificador de nodo se usa para definir las conectividades de los elementos. Éstos se definen mediante un identificador y los índices o identificadores de los tres nodos que lo constituyen.

Los índices de los elementos y los nodos deben estar ordenados. Asimismo, los nodos que constituyen cada elemento deben darse en orden matemático.

El fichero (ASCII) de submalla tiene el siguiente patrón:

```

NumeroNodos
NumeroElementosTriangulares
1 coord-x coord-y h
2 coord-x coord-y h
.
.
.
1 id-nodo id-nodo id-nodo
2 id-nodo id-nodo id-nodo
.
.
.

```

2.3 Ficheros de Salida

2.3.1 Fichero de la Malla

El fichero de la malla almacena la geometría y topología de la discretización generada. Su formato es el exigido por el programa AVS (segun los manuales de su versión 5), y su creación es opcional. A continuación se describe brevemente el formato del fichero. Para más información consultar los manuales de AVS.

El fichero tiene formato ASCII. Sólo las primeras líneas pueden tener comentarios siempre que vaya precedida por un #.

La primera línea de datos debe contener 5 números enteros, que indican (por orden) el número de nodos de nuestra malla, el número de elementos de la malla, la dimensión de la información por nodo (en todos los nodos es la misma), la dimensión de la información por elemento y la dimensión de la

información por malla. En este caso los tres últimos números serán zero ya que el programa se limita a dar la malla y no información sobre ella.

En las siguientes líneas del fichero se especifican los nodos. Para cada nodo se indica su identificador (un número entero) y sus tres coordenadas (el programa de postproceso *AVS*, al que se debe el formato de salida del programa, permite representaciones tridimensionales, por lo tanto los nodos se deben indicar mediante tres coordenadas). Los identificadores de los nodos no tienen por que ser consecutivos.

Una vez finalizado el listado de nodos empieza el de elementos. La información de cada elemento se especifica en una línea (al igual que los nodos). La información necesaria para cada elemento es: su identificador (también un número entero); el código de material (en este caso siempre se escribire un zero); el tipo de elemento (el programa trabaja siempre con cuadriláteros, que se codifican mediante la palabra **quad**); y los nodos que lo forman, escritos en orden matemático (en el programa siempre 4 números enteros).

El fichero sólo puede tener comentarios al principio, por lo que el listado de nodos y elementos será correlativo.

2.3.2 Ficheros de los nodos del contorno.

Para facilitar la imposición de condiciones de contorno *GEN4U* genera ficheros donde se almacenan los nodos del contorno. El programa identifica a qué fichero debe ir cada nodo del contorno (si es que debe ir a alguno) mediante el código de contorno (número entero opcional que se coloca en el fichero de entrada para definir a qué contorno pertenece cada punto base).

En los ficheros de contorno cada sección de contorno siempre empieza y finaliza en un nodo de definición del contorno (marcado con **n_i**).

El programa rastrea los contornos definidos en el fichero de entrada por los distintos puntos base. Para aquellos en los que el punto base inicial tenga un código de contorno no nulo se guarda en disco todo el contorno (incluyendo los puntos inicial y final). Cuando le es posible, el programa enlaza los contornos consecutivos con el mismo código.

No se generan ficheros de contorno para los puntos base que no se hayan marcado con ningún código de contorno ni para los que se hayan marcado con un cero. Para el resto de códigos se genera un fichero con nombre **contour_i.dat** donde *i* es el código de contorno que figura en el fichero de entrada.

El formato del fichero es el siguiente:

```
id-nodo coord-x coord-y coord-z n_i
id-nodo coord-x coord-y coord-z
id-nodo coord-x coord-y coord-z
.
.
.
id-nodo coord-x coord-y coord-z n_i
```

Los nodos que a su derecha tienen el código `n_i` son los que se han usado para definir el contorno (figuran en el fichero de entrada).

Capítulo 3

Ejemplos.

3.1 Primer ejemplo.

El primer ejemplo permite familiarizarse con los ficheros de parámetros y de contorno.

En él se pretende mallar un cuadrado con tamaño de elemento uniforme. En la figura 3.1 se puede ver el contorno a mallar (con los nodos de definición del contorno marcados) y en la figura 3.2 se puede observar el resultado obtenido.

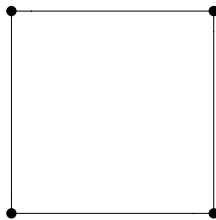


Figura 3.1: Contorno 1.

El fichero de parametros de este ejemplo (llamado `exem1.par`) es el siguiente:

```
Contour exem1.dat
```

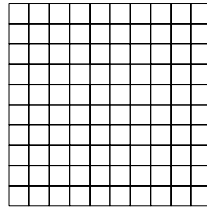


Figura 3.2: Malla 1.

Y el fichero de definición del contorno (`exem1.dat`) es:

```

1
4
4
0.0    0.0    0.1
1.0    0.0    0.1
lin
1.0    1.0    0.1
lin
0.0    1.0    0.1
lin
lin

```

Como se puede observar, en el fichero de contorno no es obligatorio indicar el tipo de contorno al que pertenece cada nodo el código de contorno.

En este ejemplo es importante observar como se ha indicado el tipo de unión entre el primer y el último nodo del contorno al final del fichero.

3.2 Segundo ejemplo.

En este ejemplo se ilustra la utilización de arcos de circunferencia y segmentos de retorno. El ejemplo consiste en mallar una corona circular. Para la definición del dominio a mallar se requiere de un segmento de retorno. En la figura 3.3 se muestra dicho segmento (desdoblado en dos para mayor

claridad). Ello es debido a que el contorno ha de ser definido mediante una sola línea. El segmento de retorno se llama de este modo porque se recorre en ambos sentidos: en uno, al pasar de la circunferencia exterior a la interior y en sentido contrario al pasar de la interior a la exterior.

Como en el caso anterior, se desea generar una malla uniforme.

El contorno inicial del dominio a discretizar se muestra en la figura 3.3. Así mismo, en la figura 3.4 puede observarse la malla obtenida.

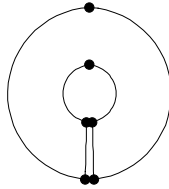


Figura 3.3: Contorno 2.

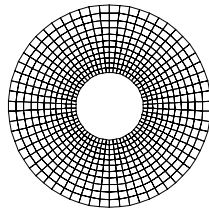


Figura 3.4: Malla 2.

El fichero de parámetros es muy parecido al anterior y no se incluye en el texto, por contra sí que se muestra el del contorno.

```

6
6
3.0  0.0  0.3
3.0  6.0  0.3
arc
3.0
3.0  0.0  0.3
arc
3.0
3.0  2.0  0.1
lin
3.0  4.0  0.1
arc
-1.0
3.0  2.0  0.1
arc
-1.0
lin

```

Una vez se ha mallado el dominio los puntos del segmento de retorno (línea duplicada en el fichero de entrada) se funden para cada pareja de nodos pase a ser uno solo (siempre que el fichero de parámetros no indique lo contrario).

3.3 Tercer ejemplo.

Este ejemplo se centra en la utilización de submallas. Para ello, se desea a mallar el mismo dominio que en el ejemplo 1 concentrando elementos sobre una de sus diagonales. Por consiguiente, se utiliza una submalla formada por dos triángulos que cubren el dominio.

En la figura 3.5 se puede apreciar, además del contorno mallado, y los nodos que lo definen, la submalla de triángulos usada, donde destaca la diagonal que une dos vértices del cuadrado. Esta diagonal es el lado común de los dos triángulos que forman la submalla (en pantalla esta línea se representa de color rojo). En la figura 3.6 se puede apreciar que el resultado final es muy distinto del obtenido en el primer ejemplo (ver figura 3.2).

El fichero de parámetros se diferencia del del primer ejemplo por indicar al programa que se desea usar submalla de triángulos (tercera línea).

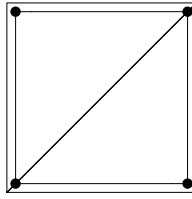


Figura 3.5: Contorno 3.

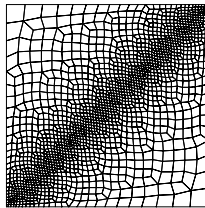


Figura 3.6: Malla 3.

```
Contour exem3.dat
Portrait exem3.ps
Submesh exem3.sub
```

El fichero del contorno coincide con el correspondiente al primer ejemplo.
El fichero de la submalla es:

```
4
2
1 -0.005 -0.005 0.01
2 1.005 -0.005 0.1
3 1.005 1.005 0.01
4 -0.005 1.005 0.1
```

```

1  1  2  3
2  3  4  1

```

La submalla debe cubrir, como mínimo, todo el dominio. En este ejemplo, el pequeño exceso de tamaño por los lados se ha hecho para que en el dibujo las líneas exteriores del contorno se diferenciara fácilmente de las correspondientes a la submalla.

Como se puede comprobar, a pesar de que los tamaños de elemento indicados en el fichero de contorno són los mismos que los utilizados en el ejemplo 1, el programa usa los especificados en el fichero de la submalla (como se observa en el dibujo).

3.4 Cuarto ejemplo

En este ejemplo se estudiarán los ficheros de definición del contorno y el mallado de el dominio en varios bloques. En este caso se presenta, además del fichero de contorno de entrada, alguno de los ficheros de contorno resultantes.

La figura 3.7 presenta el contorno del dominio (los dos bloques están a derecha e izquierda de la división vertical asociada al círculo central), la malla generada se presenta en la figura 3.8.

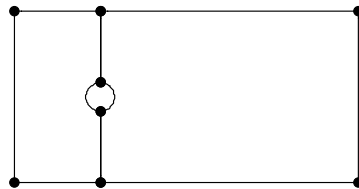


Figura 3.7: Contorno 4.

El fichero de definición del contorno es:

```

2
12

```

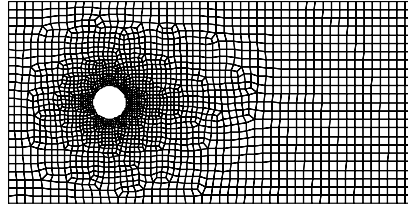


Figura 3.8: Malla 4.

```

6
  0.0    0.0    0.5 1
  6.0    0.0    0.5
lin
  6.0    5.0    0.1 2
lin
  6.0    7.0    0.1 2
arc
-1.0
  6.0   12.0    0.5 5
lin
  0.0   12.0    0.5 4
lin
lin
6
  6.0    0.0    0.5 1
 24.0    0.0    0.5 3
lin
 24.0   12.0    0.5 5
lin
  6.0   12.0    0.5
lin
  6.0    7.0    0.1 2
lin

```

```

6.0    5.0    0.1
arc
-1.0
lin
lin

```

En este fichero se puede observar que algunos nodos tienen a su derecha un número entero. Dicho número identifica a qué contorno pertenece cada nodo. De este modo, el programa genera un fichero para cada tipo de contorno y permite establecer con facilidad las distintas condiciones de contorno que el problema requiera.

Así los nodos marcados con un 1 se guardarán en el fichero `contour_1.dat`. Al especificar el contorno del dominio no es necesario indicar todos los nodos, basta con dar los “puntos base”. Sin embargo en estos ficheros se requiere que se escriban todos los nodos de un determinado tipo de contorno. Por condiguiente, el programa supone que todos los nodos del contorno entre dos “puntos base” són del tipo de contorno del punto inicial de la curva que los une.

En este ejemplo, el fichero `contour_2.dat` (el contorno de la circunferencia) ha resultado ser:

219	6.000000	5.000000	0.000000	n_i
181	5.898832	5.005131	0.000000	
182	5.798701	5.020470	0.000000	
210	5.700637	5.045861	0.000000	
211	5.605644	5.081042	0.000000	
213	5.514698	5.125653	0.000000	
209	5.428732	5.179237	0.000000	
205	5.348628	5.241242	0.000000	
201	5.275207	5.311033	0.000000	
202	5.209224	5.387894	0.000000	
203	5.151356	5.471036	0.000000	
216	5.102195	5.559606	0.000000	
214	5.062248	5.652695	0.000000	
215	5.031923	5.749347	0.000000	
218	5.011532	5.848572	0.000000	
222	5.001283	5.949351	0.000000	
564	5.001283	6.050649	0.000000	

565	5.011532	6.151428	0.000000
591	5.031923	6.250653	0.000000
592	5.062248	6.347305	0.000000
586	5.102195	6.440394	0.000000
583	5.151356	6.528964	0.000000
582	5.209224	6.612106	0.000000
580	5.275207	6.688967	0.000000
581	5.348628	6.758758	0.000000
568	5.428732	6.820763	0.000000
569	5.514698	6.874347	0.000000
572	5.605644	6.918958	0.000000
573	5.700637	6.954139	0.000000
575	5.798701	6.979530	0.000000
598	5.898832	6.994869	0.000000
609	6.000000	7.000000	0.000000 n_i
1528	6.101168	6.994869	0.000000
1524	6.201299	6.979530	0.000000
1525	6.299363	6.954139	0.000000
1523	6.394356	6.918958	0.000000
1511	6.485302	6.874347	0.000000
1512	6.571268	6.820763	0.000000
1515	6.651372	6.758758	0.000000
1519	6.724793	6.688967	0.000000
1545	6.790776	6.612106	0.000000
1544	6.848644	6.528964	0.000000
1548	6.897805	6.440394	0.000000
1547	6.937752	6.347305	0.000000
1510	6.968077	6.250653	0.000000
1508	6.988468	6.151428	0.000000
1195	6.998717	6.050649	0.000000
1192	6.998717	5.949351	0.000000
1180	6.988468	5.848572	0.000000
1177	6.968077	5.749347	0.000000
1173	6.937752	5.652695	0.000000
1174	6.897805	5.559606	0.000000
1172	6.848644	5.471036	0.000000
1165	6.790776	5.387894	0.000000
1163	6.724793	5.311033	0.000000

1164	6.651372	5.241242	0.000000
1182	6.571268	5.179237	0.000000
1186	6.485302	5.125653	0.000000
1187	6.394356	5.081042	0.000000
1190	6.299363	5.045861	0.000000
1191	6.201299	5.020470	0.000000
1194	6.101168	5.005131	0.000000
219	6.000000	5.000000	0.000000 n_i

Capítulo 4

Control del *mouse*.

GEN4U permite realizar *zooms* de los gráficos en pantalla y obtener una copia en formato *postscript* de los mismos. El programa también permite realizar un *zoom* de una zona concreta de la malla resultante. Todo ello se controla mediante el mouse.

Así, para obtener una copia en *postscript* de los gráficos en pantalla debemos pulsar el botón izquierdo del mouse (sin desplazarlo). Las distintas imágenes creadas se guardarán en los ficheros *output_1.ps*, *output_2.ps*, etc (el nombre *output* puede modificarse mediante las opciones *Portrait* o *Landscape* en el fichero de parámetros, ver apartado 2.2.1).

Para volver a visualizar toda la malla en pantalla se debe pulsar el botón central del mouse. Si lo que se desea ver es un detalle del dibujo actual, se debe marcar una esquina de la región a detallar con el botón izquierdo del mouse y sin soltarlo, se arrastra hasta la esquina opuesta. La región (que siempre será un cuadrado) se enmarca en color azul al desplazar el mouse. El programa obliga a que la región a detallar no sea excesivamente pequeña (para evitar *zooms* involuntarios al pedir una copia *postscript* del dibujo mientras se mueve el mouse accidentalmente).

El botón derecho del mouse se usa para indicar al programa que puede finalizar.

Capítulo 5

Problemas conocidos

El proceso de “recortado” de líneas durante el dibujo puede producir errores cuando el área que estamos dibujando corresponde a muy pocos elementos (menos de 10). El motivo de ello es la simplicidad del algoritmo de corte de líneas usado (resulta muy rápido y los problemas que ocasiona se producen cuando la proporción de tamaño de elemento y área de dibujo está fuera de los valores útiles del programa). El proceso consiste en dibujar sólo aquellas líneas que tengan alguno de sus extremos dentro de la ventana de dibujo dejando que el servidor X recorte la parte sobrante; cuando el tamaño del elemento es muy grande con respecto al de la ventana hay líneas que pertenecen al dibujo a pesar de no tener ningún extremo en él y las coordenadas de los nodos pueden sobrepasar el valor máximo del rango de los enteros que se usa para ello, cambiando el signo de los mismos.

Capítulo 6

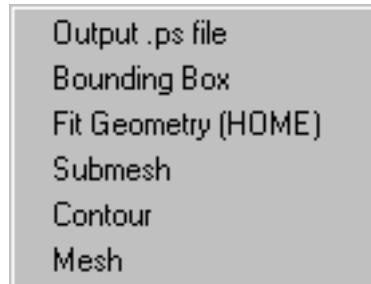
Apéndice: versión OpenGL

En este apéndice, se incluye la información necesaria para poder utilizar la nueva versión de *GEN4U*. Estas modificaciones sólo afectan al motor gráfico del programa y a su interface. La versión anterior utilizaba la librería X11, mientras que la actual utiliza OpenGL. La interface del programa permite realizar las siguientes operaciones:

- Aumento interactivo de la imagen de la malla.
- Translación interactiva de la malla.
- Herramienta de zoom rectangular.
- Posibilidad de utilizar una **Bounding Box** mientras el ordenador dibuja en modo interactivo. Está activado por defecto.
- Podemos controlar que partes de la geometría se dibujan: malla y/o submalla y/o contorno.
- Redimensionado de la ventana gráfica.
- Ajuste de toda la geometría al tamaño de la pantalla.
- Salida **PostScript** en color de la imagen en pantalla.

6.1 Menú de opciones

Para acceder al menú de opciones, basta con pulsar el botón derecho del ratón en la ventana de la aplicación. La siguiente figura muestra el aspecto del menú:



A continuación se describe cada una de las opciones:

Output .ps. Graba un archivo PostScript color, con el contenido actual de la pantalla.

Bounding Box. Activa/desactiva la Bounding Box de la geometría. Esta opción es muy útil cuando trabajamos con mallas finas.

Fit Geometry. Ajusta la malla al tamaño actual de la ventana.

Submesh. Activa/desactiva la visibilidad de la submalla. La submalla aparece dibujada en color rojo.

Contour. Activa/desactiva la visibilidad del contorno.

Mesh. Activa/desactiva la visibilidad de la malla.

6.2 Interacción con el programa

Para interactuar con el programa el usuario dispone de las siguientes combinaciones de teclado y ratón:

Recuadro de Zoom. Botón izquierdo + Arrastrar. Permite ver con más detalle la zona deseada de la malla.

Traducción. CTRL + Botón izquierdo + Arrastrar. Permite desplazar la malla al lugar deseado de la ventana.

Zoom dinámico. SHIFT + Botón izquierdo + Arrastrar. Escala la geometría respecto el centro de la pantalla.

Ajuste de la geometría. HOME o Inicio. Ajusta toda la geometría al tamaño actual de la ventana.

Desplegar el menú. Botón derecho. Permite el acceso al menú de opciones.

Bibliografía

- [1] Josep Sarrate and Antonio Huerta (1996) “Modelización numérica de la interacción fluido-sólido rígido: desarrollo de algoritmos, generación de mallas y adaptabilidad”, Tesis Doctoral, Universidad Politècnica de Catalunya.
- [2] Advanced Visual Systems Inc (Feb. 1993) AVS Developer’s guide.