

ALVARO F. M. AZEVEDO

Manual de Utilização do Programa S3DCAD 2.0

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto - Portugal

Fevereiro de 1992

---

# MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO PROGRAMA S3DCAD 2.0

(Fevereiro 1992)

---

Autor:

*Álvaro F.M. Azevedo - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
Departamento de Engenharia Civil - Estruturas*

Este programa destina-se à manipulação da informação tridimensional contida nos ficheiros com a extensão .s3d (ver o manual do programa drawmesh), existindo também a possibilidade de ler e/ou gravar essa informação em ficheiros .dxf (Autocad 10). Depois de conceber uma malha de elementos finitos, esta pode também ser gravada num ficheiro com a extensão .gl.dat (ver o manual do programa FEMIX), aparecendo toda a informação que ainda não está definida com valores por defeito.

As diversas operações efectuadas sobre a informação contida em ficheiros ou presente na memória central são seleccionadas por intermédio de comandos alfanuméricos, aos quais se segue na maior parte dos casos um conjunto de perguntas interactivas.

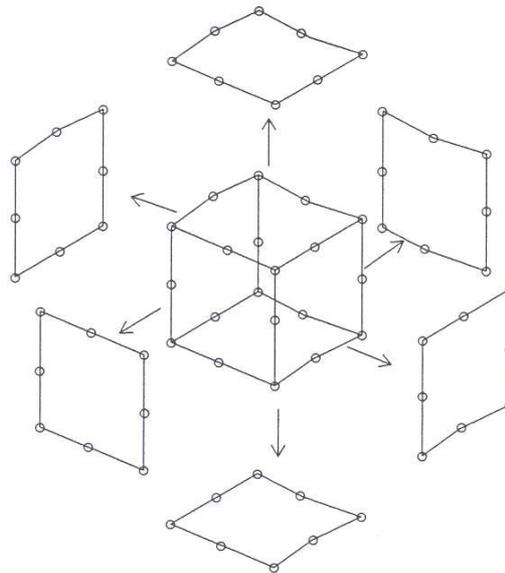
O programa s3dcad mantém em simultaneo na memória central duas malhas distintas, que foram lidas em ficheiros ou geradas. Estas duas malhas designam-se por buffer a e buffer b. Uma delas é a malha corrente, que é a malha sobre a qual são executados todos os comandos. O comando ccf comuta a malha corrente (a → b ou b → a). É possível ler um ficheiro .s3d ou .dxf para a malha corrente, modificar a malha corrente, gravar a malha corrente e adicionar as malhas correspondentes ao buffer a e buffer b.

Apresenta-se em seguida por ordem alfabética a descrição de todos os comandos disponíveis:

**bts** → **brick to shell transformation**

(conversão de elementos sólidos em elementos de casca)

Cada elemento de sólido tridimensional (**brick**) é convertido em 6 elementos de casca (ver Fig. 1). O utilizador tem de especificar em seguida se pretende que as faces interiores (comuns a 2 elementos) sejam eliminadas. Se estas forem eliminadas podem ficar alguns nós sem pertencerem a qualquer elemento, sendo aconselhável suprimi-los com o comando **elp**.



O número de nós de cada face é mantido nos elementos gerados.

Fig. 1 - **bts** - cada elemento de sólido tridimensional é convertido em 6 elementos de casca.

O comando **bts** é fundamental para a visualização de sólidos tridimensionais. Se este comando não for utilizado não é possível a eliminação de superfícies escondidas com o programa **drawmesh** (ver o respectivo manual).

**ccf** → **change current buffer**

(mudar a malha corrente)

O **buffer** corrente passa de **a** para **b** ou de **b** para **a**. É sobre a malha do **buffer** corrente que são executados todos os comandos do programa **s3dcad**.

csm → create a simple mesh

(gerar uma malha simples)

No buffer corrente é colocada uma das seguintes malhas:

- 1 - linha
- 2 - rectângulo
- 3 - paralelepípedo
- 4 - triângulo (formado por 3 elementos quadriláteros)
- 5 - quarto de círculo (formado por 3 elementos quadriláteros)

Em cada caso é necessário fornecer a seguinte informação adicional (ver Fig. 2):

- 1 - coordenadas  $x$ ,  $y$ ,  $z$  de 2 pontos
- 2 - dimensões em  $x$  e em  $y$  do rectângulo
- 3 - dimensões em  $x$ , em  $y$  e em  $z$  do paralelepípedo
- 4 - dimensões em  $x$  e em  $y$  dos catetos do triângulo
- 5 - raio do círculo.

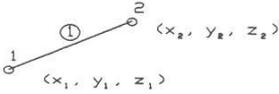
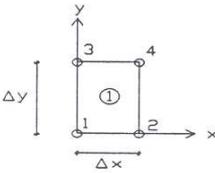
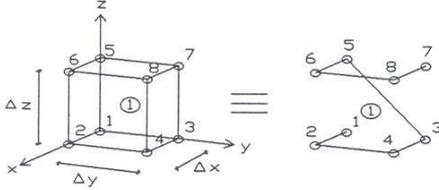
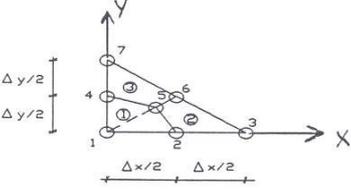
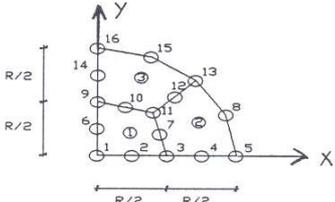
<p>1</p>	
<p>2</p>	
<p>3</p>	
<p>4</p>	
<p>5</p>	

Fig. 2 - csm - lista das malhas simples disponíveis.

cue → cut elements outside a slice

(eliminar elementos que têm um ou mais nós fora de um par de planos)

Tem de ser especificado o eixo (x, y ou z) em relação ao qual os 2 planos são perpendiculares. Em seguida são perguntadas as coordenadas desses 2 planos ao longo do eixo indicado.

Os eventuais nós que ficarem sem qualquer elemento devem ser eliminados com o comando elp.

cya → cylindric array

(repetição de uma malha em torno de um eixo)

A malha existente no buffer corrente é repetida N vezes em torno de um eixo, estando a malha existente incluída em N (por exemplo para transformar 1/8 de esfera em meia esfera tem de se dar a N o valor 4). O valor de N é perguntado ao utilizador, bem como a posição de 2 pontos que definem o eixo de rotação no espaço 3D. Estes pontos podem ser definidos fornecendo os números de 2 nós já existentes na malha ou fornecendo as coordenadas x, y, z desses 2 pontos. O utilizador tem ainda de fornecer o ângulo entre repetições (em graus) (no exemplo da esfera atrás citado tem de se fornecer um ângulo de 90°). Ver na descrição do comando rot a convenção relativa ao sinal deste ângulo.

dxi → read a .dxf file (AutoCad 10) (polylines only)

(ler as polylines existentes num ficheiro .dxf convertendo essa informação numa malha de elementos finitos)

A malha de elementos finitos é colocada no buffer corrente. Todas as entidades que não sejam polylines 3D são ignoradas. O ficheiro .dxf tem de ser compatível com o programa AutoCad 10. Cada polyline dá origem a um elemento finito com o número de nós igual ao número de vértices da polyline. Os nós com coordenadas coincidentes recebem números distintos. É aconselhável seleccionar em seguida a opção ren, para que seja atribuído um só número a esses nós coincidentes.

dxo → write a .dxf file (AutoCad 10)

(gravar a malha do buffer corrente num ficheiro .dxf)

A malha é opcionalmente gravada com um conjunto de lines 3D ou polylines 3D. O ficheiro .dxf que é gerado é compatível com o programa AutoCad 10. Se a malha for plana e estiver no plano yz, deve-se responder sim (y) à pergunta sobre a conversão de x, y, z em z, x, y, para que a malha plana seja colocada no plano preferencial de trabalho do AutoCad, que é o plano xy.

As marcas nos nós e nós especiais e a numeração dos elementos, nós e nós especiais podem opcionalmente ser colocadas no ficheiro .dxf. Em caso afirmativo é necessário indicar as respectivas dimensões (aconselham-se os valores por defeito). Para tornar as marcas visíveis é necessário executar no AutoCad os comandos SETVAR PDMODE 32 e SETVAR PDSIZE x (ver o manual do AutoCad). Se o objectivo da gravação do ficheiro .dxf for a alteração da malha, devem-se seleccionar apenas as polylines. Se o objectivo for a produção de desenhos finais devem-se seleccionar lines, marcas e numerações. Cada um destes tipos de informação é colocado em layers distintos.

**BUG:** se o número de elementos for nulo e se pretenderem apenas as marcas nos nós, o título é escrito com uma altura de texto igual a  $1E+30$ . Este problema é facilmente ultrapassado no AutoCad apagando o título e zoomando as restantes entidades.

ele → eliminate ranges of elements

(eliminar grupos de elementos por indicação dos respectivos números)

O utilizador tem de especificar o número do primeiro e último elemento a eliminar, sendo eliminados todos os que estiverem contidos nesse intervalo (primeiro e último incluídos). São pedidos vários intervalos até a resposta ser 0 (zero). Se se pretender eliminar um só elemento, tem de se indicar o respectivo número como limite inferior e superior do intervalo. A numeração é sempre a da malha anterior à selecção deste comando. Só depois de terminado o fornecimento de intervalos é que os elementos são efectivamente eliminados e a sua numeração alterada.

Os eventuais nós que ficarem sem qualquer elemento devem ser eliminados com o comando elp.

elp → eliminate points not belonging to any element

(eliminar os nós que não pertencem a nenhum elemento)

Com este comando são retirados da malha todos os nós que não são mencionados na lista dos nós dos elementos. Com a execução deste comando, a numeração dos restantes nós é obviamente modificada.

end → end s3dcad

(terminar a execução do programa regressando ao sistema operativo)

Se nalgum dos buffers estiver uma malha alterada e ainda não gravada como ficheiro .s3d, a saída fica sujeita a uma confirmação.

gen → generate a refined mesh

(gerar uma malha refinada com base na malha corrente, que é considerada como um conjunto de macro elementos)

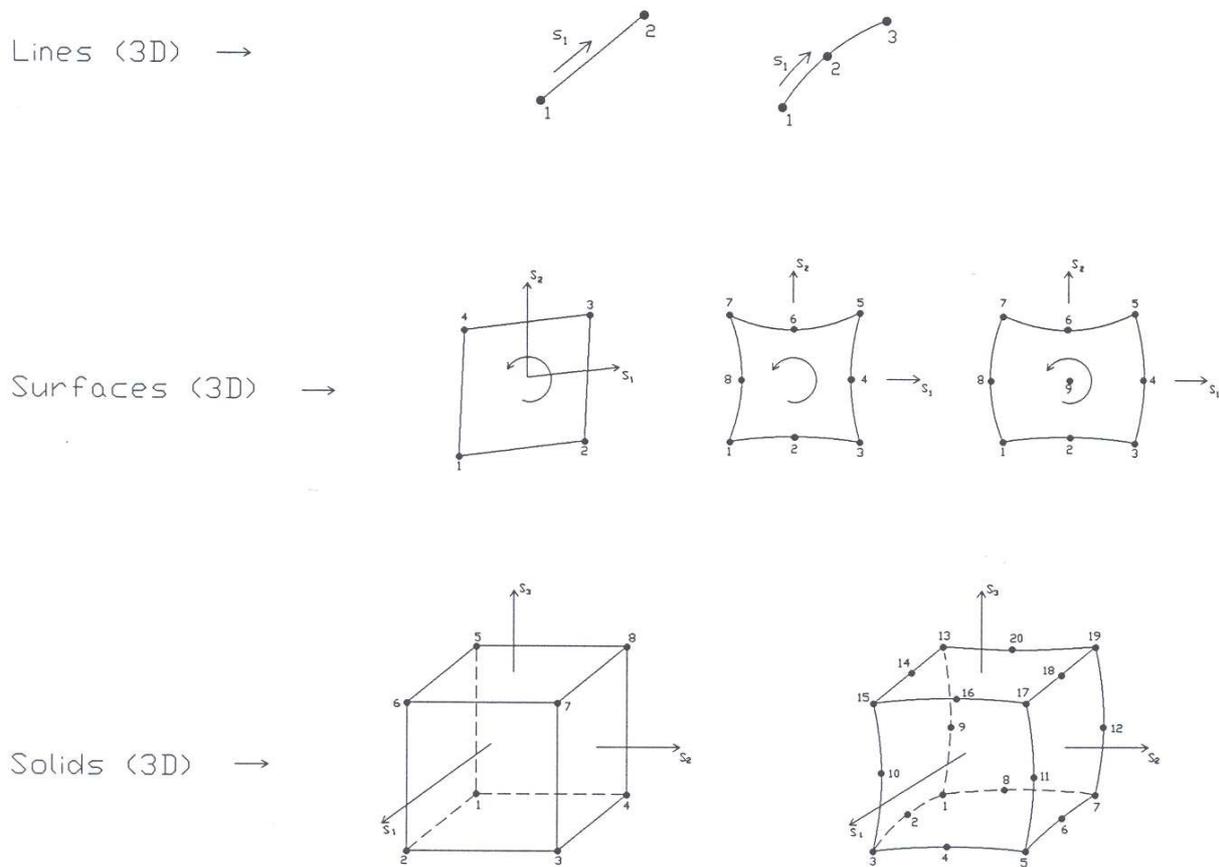
Se existir o ficheiro jobname\_dw.dat, as divisões e os pesos do refinamento são lidos nesse ficheiro (ver o ficheiro demo\_dw.dat). Se o ficheiro jobname\_dw.dat não existir, as divisões dos macro elementos são perguntadas ao utilizador e os pesos são supostos todos iguais.

No Quadro 1 encontra-se a resposta a dar em cada caso à pergunta sobre o número de dimensões locais (ver Fig. 3).

Quadro 1 - Número de dimensões locais para cada tipo de elemento.

Tipo de elemento	Número de dimensões locais
Lines	1
Surfaces	2
Solids	3

É também perguntado ao utilizador o número de nós dos elementos gerados e o número de divisões em cada direcção do referencial local  $\underline{s}_1, \underline{s}_2, \underline{s}_3$  (ver Fig. 3).



NOTA: os nós são definidos pelas coordenadas  $\underline{x}, \underline{y}, \underline{z}$  em todos estes 7 tipos de elemento.

Fig. 3 - Elementos disponíveis como macro elementos e como elementos gerados. Está indicado o referencial local  $\underline{s}_1, \underline{s}_2, \underline{s}_3$  para cada caso.

No ficheiro jobname\_dw.dat deve figurar a mesma informação que é perguntada interactivamente, mais a especificação dos pesos. Nesse ficheiro todos os caracteres à direita de # são ignorados. Se após a especificação das divisões aparecer a palavra chave END\_OF\_FILE, os pesos não são lidos e são supostos todos iguais. Se num determinado elemento e numa determinada direcção for colocado apenas o valor -1 na lista dos pesos, todos os pesos são supostos iguais. A soma dos pesos não tem de ser unitária. O ficheiro jobname\_dw.dat tem de terminar com a palavra chave END\_OF\_FILE.

Depois de executado o comando gen deve ser executado o comando ren para renumerar a malha, transformando num só nó os grupos de nós que possuem as mesmas coordenadas.

gld → write a \_gl.dat file (femix)

(gravar um ficheiro com a extensão \_gl.dat com a malha do buffer corrente)

É necessário indicar qual o tipo de estrutura em que será convertida a malha de elementos finitos contida no buffer corrente. As 8 possíveis respostas são:

- 1 - Estado plano de tensão
- 2 - Estado plano de deformação
- 3 - Estado axissimétrico
- 4 - Sólido tridimensional (bricks)
- 5 - Laje (Mindlin)
- 6 - Casca (Ahmad)
- 7 - Estrutura reticulada tridimensional (pórtico)
- 8 - Estrutura articulada tridimensional (treliça)

Nos casos 1, 2, 3 e 5 (estruturas planas) e uma vez que no ficheiro \_gl.dat apenas são colocadas 2 coordenadas por nó, é perguntado ao utilizador se a estrutura está no plano xy ou yz.

Toda a informação que não está disponível nesta fase é gravada no ficheiro \_gl.dat com valores fixos por defeito. Na quase totalidade dos casos, o ficheiro jobname\_gl.dat tem de ser alterado com um editor de texto antes de se correr o programa prefemix, porque a informação fixa relativa às acções dificilmente corresponde à nova malha de elementos finitos. As linhas com exemplos relativos a tipos de acções que não se pretenda utilizar devem ser comentadas colocando o caracter # na primeira coluna. O facto de não se suprimir estas linhas poderá eventualmente facilitar o futuro acréscimo de tipos de acções que numa primeira fase não foram considerados.

mer → merge buffer b in buffer a (all elements go to buffer a)

(reunir malhas existentes nos buffers a e b numa só que é colocada no buffer a)

O conteúdo do buffer a passa a ser a reunião das malhas que estavam nos 2 buffers. No buffer b nada é alterado.

Depois de executado o comando mer deve ser executado o comando ren para renumerar a malha, transformando num só nó os grupos de nós que possuem as mesmas coordenadas.

mir → mirror (previous object is lost)

(substituir a malha do buffer corrente por uma malha correspondente à sua imagem num espelho)

O plano do espelho é definido por 3 pontos não colineares no espaço 3D. Estes 3 pontos podem ser definidos recorrendo a 3 nós já existentes na malha e identificados pelo seu número ou especificando as coordenadas  $x$ ,  $y$ ,  $z$  de todos eles. Depois de executado o comando mir, o número de elementos e o número de nós mantêm-se porque a malha inicial desaparece, sendo substituída pela sua imagem no espelho. Tendo em vista a correcção automática da numeração dos elementos finitos, é ainda necessário indicar o número de variáveis locais, que depende do tipo de elemento (ver Fig. 3 e Quadro 1).

mov → move (previous object is lost)

(adicionar um vector no espaço 3D a todos os nós da malha do buffer corrente)

As componentes  $x$ ,  $y$ ,  $z$  do vector translacção são perguntadas ao utilizador.

paa → parallelepipedic array

(repetir uma malha segundo os 3 eixos)

A malha existente no buffer corrente é repetida NX vezes segundo o eixo  $x$ , NY vezes segundo  $y$  e NZ vezes segundo  $z$  (por exemplo para criar uma malha com 2x3x4 objectos, pode-se criar um dos objectos e executar este comando atribuindo a NX, NY e NZ os valores 2, 3 e 4 respectivamente. É também perguntado ao utilizador o valor que é adicionado a cada coordenada  $x$ ,  $y$ ,  $z$  para obter o objecto adjacente (passo das repetições). Como caso particular, para repetir uma malha plana, por exemplo, no plano  $x, y$  deve-se atribuir a NZ o valor unitário e ao respectivo passo um valor qualquer.

rea → read a .s3d file

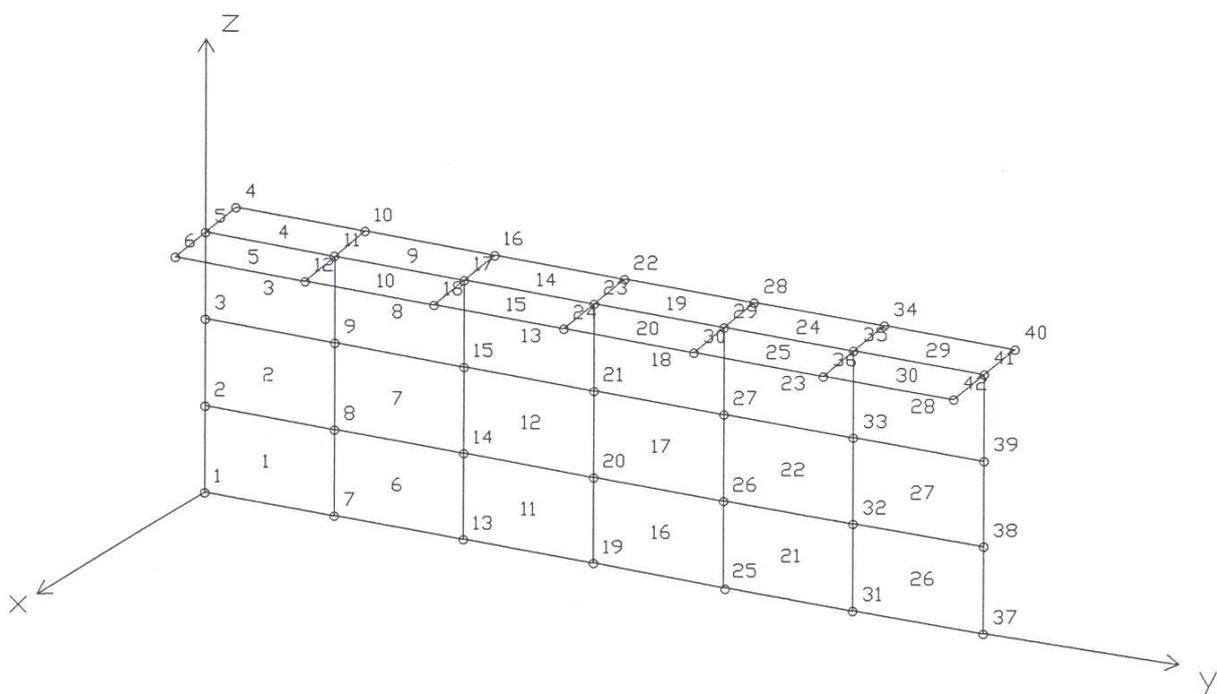
(ler um ficheiro com a extensão .s3d para o buffer corrente)  
(ver também o comando wri)

O ficheiro jobname.s3d (ver o manual do programa drawmesh) é lido e validado. Se nenhuma validação falhar, a correspondente malha é colocada no buffer corrente. Se existir algum erro no ficheiro .s3d, nada é lido e o buffer corrente fica vazio.

**ren** → **re**number elements, nodes and special nodes

(renumerar os elementos, os nós e os nós especiais)

As coordenadas dos nós são ordenadas segundo os 3 eixos do referencial geral ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ), podendo o utilizador seleccionar, com base num critério de minimização da semibanda, qual a direcção em que a numeração dos nós deve progredir com menor prioridade, com prioridade intermédia e com maior prioridade. No exemplo da Fig. 4 (viga parede em T discretizada com o elemento de casca), a direcção com mais nós é  $y$ , seguindo-se a direcção  $z$  e, por fim, a direcção  $x$  é a que tem menos nós.



Máxima diferença entre nós do mesmo elemento = 8 no elemento nº 3 e restantes elementos nas mesmas circunstâncias.

Fig. 4 - Viga parede em T.

O comando **ren** permite ainda opcionalmente:

- ordenar os números dos elementos de modo a estes acompanharem a numeração dos nós.
- ordenar os números dos nós especiais de modo a estes acompanharem a numeração dos nós.

- substituir um conjunto de nós coincidentes (a menos de uma tolerância) por um só nó, actualizando a restante informação.

A tolerância acabada de referir é também perguntada ao utilizador (aconselha-se para a maior parte dos casos o valor por defeito de 0.00001).

rot → rotate (previous object is lost)

(rodar a malha do buffer corrente em torno de um eixo no espaço 3D)

O eixo de rotação passa por 2 pontos que podem ser 2 nós da malha já existente definidos pelos seus números ou 2 pontos quaisquer definidos pelas suas coordenadas  $x$ ,  $y$ ,  $z$ .

É também perguntado o ângulo da rotação em graus. Os 2 pontos que definem o eixo de rotação definem também um vector  $\overline{AB}$  do primeiro para o segundo ponto. A um ângulo de rotação positivo corresponde uma rotação em torno do vector  $\overline{AB}$  de acordo com a regra do saca rolhas.

shr → shrink elements

(encolher os elementos)

Com este comando os elementos da malha do buffer corrente são encolhidos, ie, os nós de cada elemento são aproximados do seu ponto médio, dependendo a grandeza desta aproximação de um factor adimensional que é perguntado ao utilizador (o valor por defeito é 0.8). Se este factor for nulo o elemento transforma-se num ponto, se for unitário o elemento mantém as suas dimensões e se for maior do que a unidade o elemento aumenta de tamanho. Exceptuando alguns casos particulares, o número de nós aumenta porque deixa de haver nós partilhados por mais do que um elemento. O número total de nós da malha passa a ser o somatório dos nós dos elementos. Para transformar uma malha num conjunto de elementos desconexos pode-se usar este comando com um factor de encolhimento unitário.

snd → special node detector

(detecção de conjuntos de nós que são acrescentados à lista dos nós especiais)

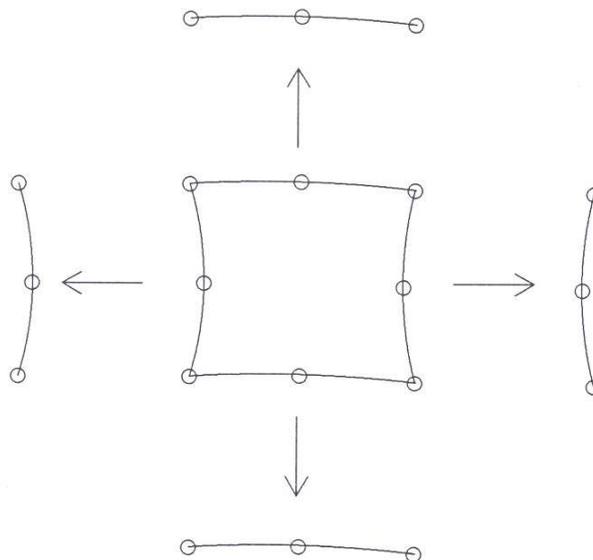
Podem ser detectados todos os nós situados numa linha entre 2 pontos ou todos os nós contidos num plano definido por 3 pontos. São detectados os nós que se encontram a uma distância da linha ou do plano inferior a uma tolerância que é perguntada ao utilizador (o valor

por defeito é 0.0001). A linha ou o plano podem ser definidos fornecendo números de nós existentes ou coordenadas  $x$ ,  $y$ ,  $z$  de pontos no espaço. Para terminar a sequência de detecções de nós deve-se fornecer uma resposta nula à pergunta "2 or 3 point detection (line or plane)".

stf → shell to frame transformation

(conversão de elementos de casca em barras)

Cada elemento de casca é convertido em 4 barras (ver Fig. 5). O utilizador tem de especificar em seguida se pretende que os pares de barras interiores (comuns a 2 elementos) sejam convertidos numa só barra.



O número de nós de cada bordo é mantido nos elementos gerados.

Fig. 5 - stf - cada elemento de casca é convertido em 4 barras.

As barras de 3 nós podem facilmente ser convertidas em barras de 2 nós recorrendo ao comando gen.

**BUG:** quando um bordo é partilhado por mais do que 2 elementos de casca, após a conversão com o comando stf com resposta afirmativa à pergunta, ficam nesse bordo  $n-1$  barras coincidentes em vez de uma só ( $n$  é o número de elementos de casca que partilham o bordo comum).

sys → send a command to the operating system

(enviar um comando para o sistema operativo)

Apresentam-se em seguida exemplos de comandos que podem ser enviados para o sistema operativo:

UNIX:	ls -l *.s3d	-	listar os nomes dos ficheiros com a extensão <u>.s3d</u>
MSDOS:	DIR *.S3D	-	idem
UNIX:	drawmesh new &	-	executar o programa <u>drawmesh</u> em <u>background</u> e com <u>new</u> como <u>jobname</u>
MSDOS:	DRAWMESH NEW	-	idem mas em <u>foreground</u>
UNIX:	ksh	-	executar uma <u>korn shell</u> interactiva (terminar com <u>exit</u> ou <u>Ctrl D</u> )
MSDOS:	COMMAND	-	aparece o <u>DOS prompt</u> (terminar com <u>EXIT</u> )

wri → write a .s3d file

(gravar a malha do buffer corrente num ficheiro com a extensão .s3d)

(ver também o comando rea)

Deve-se sempre gravar a última versão da malha num ficheiro jobname.s3d. Se tal não acontecer, ao executar o comando end o utilizador tem de confirmar que deseja terminar o programa s3dcad abandonando a última versão da malha. É também aconselhável ir gravando com nomes distintos as sucessivas versões da malha que está a ser alterada, para se poder regressar a uma fase anterior em caso de engano.

wrp → write a .pva file with x, y or z

(gravar um ficheiro com a extensão .pva contendo uma das coordenadas cartesianas dos nós)

É perguntado ao utilizador qual das 3 coordenadas pretende colocar no ficheiro jobname\_1.pva (é também acrescentada ao jobname a extensão fixa \_1). A estrutura de um ficheiro com a extensão .pva é descrita no manual do programa drawmesh. Este comando destina-se a permitir visualizar uma coordenada cartesiana como um campo escalar. Com o programa drawmesh é possível visualizar a distribuição dos valores de um campo escalar por atribuição de cores seleccionadas na escala do arco íris em função da grandeza da variável do campo. As transições entre cores diferentes são isocurvas, que se tornam assim visíveis (ver o manual do programa drawmesh).

## EXECUÇÃO DO PROGRAMA s3dcad EM MODO NÃO INTERACTIVO

O programa s3dcad pode ser executado em modo batch (não interactivo), sendo suficiente gravar um ficheiro chamado por exemplo resp, no qual são colocados os comandos correspondentes a uma execução interactiva. Apresenta-se no Quadro 2 um exemplo do ficheiro resp que gera a malha da Fig. 6.

Quadro 2 - Conteúdo do ficheiro resp que gera a malha da Fig. 6.

```
csm
  2   - rectangle
 12.5 - step in x
  3.8 - step in y
gen
  2   - surface generation
  8   - n. of nodes of the generated elements
  5   - n. of divisions in s1
  3   - n. of divisions in s2
ren
  1   - direction with the biggest number of nodes
  2   - direction with the medium number of nodes
  3   - direction with the smallest number of nodes
  y   - sort the element numbers
  y   - sort the special nodes
  y   - connect coincident nodes
 1e-5 - tolerance to compare nodal coordinates
wri
  mesh6 - jobname
end
```

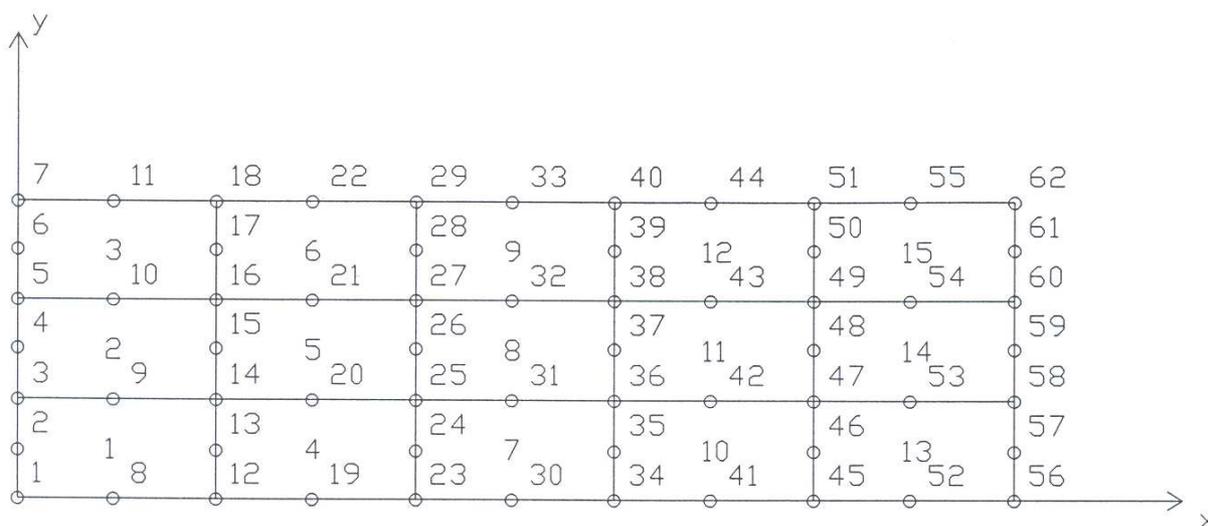


Fig. 6 - Malha gerada pelo batch file resp (ver Quadro 2).

Para correr o programa s3dcad em modo batch deve ser executado o seguinte comando:

```
s3dcad < resp > _screen
```

Deste modo os dados que eram introduzidos via teclado passam a ser lidos no ficheiro resp e toda a informação que era enviada para o monitor passa a ser gravada no ficheiro \_screen para posterior confirmação (os nomes dos ficheiros resp e \_screen podem ser alterados).

A malha da Fig. 4 pode ser gerada com o ficheiro resp do Quadro 3.

Quadro 3 - Conteúdo do ficheiro resp que gera a malha da Fig. 4.

```
csm
  2 - rectangle
  0.8 - size in x
  1.2 - size in y
paa
  3 - n. of repetitions in x
  6 - n. of repetitions in y
  1 - n. of repetitions in z
  0.8 - step of repetitions in x
  1.2 - step of repetitions in y
  0.0 - step of repetitions in z
rot
  c - nodal coordinates
  0.0 - first point (x)
  0.0 - first point (y)
  0.0 - first point (z)
  0.0 - second point (x)
  1.0 - second point (y)
  0.0 - second point (z)
  -90.0 - rotation angle (degrees)
ccf
csm
  2 - rectangle
  0.6 - size in x
  1.2 - size in y
paa
  2 - n. of repetitions in x
  6 - n. of repetitions in y
  1 - n. of repetitions in z
  0.6 - step of repetitions in x
  1.2 - step of repetitions in y
  0.0 - step of repetitions in z
mov
  -0.6 - delta x
  0.0 - delta y
  2.4 - delta z
mer
ccf
ren
  2 - direction with the biggest number of nodes
  3 - direction with the medium number of nodes
  1 - direction with the smallest number of nodes
  y - sort the element numbers
  y - sort the special nodes
  y - connect coincident nodes
  1e-5 - tolerance to compare nodal coordinates
wri
  mesh4 - jobname
end
```