

– Typeset by GMNI & Foil_{TEX} –

TUTORIAL DE GNU Octave / MATLAB

J. París, F. Navarrina, I. Colominas, X. Nogueira, M. Casteleiro



CÁLCULO NUMÉRICO

Departamento de Métodos Matemáticos y de Representación
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Universidade da Coruña





Tutorial de Matlab/Octave

Tutorial de GNU Octave / Matlab

- ▶ Introducción
- ▶ Entorno de trabajo
- ▶ Variables en Octave/Matlab
- ▶ Operaciones básicas
- ▶ Dibujo de funciones en 2D y 3D
- ▶ Programación en Octave/Matlab
- ▶ Ayuda de Octave/Matlab
- ▶ Ejemplos prácticos





Introducción

- ♥ Matlab es el nombre abreviado de Matrix Laboratory
- ♥ Es un programa que permite realizar cálculos con matrices y vectores
- ♥ También permite realizar gráficos de forma sencilla
- ♥ Dispone de lenguaje de Programación propio
- ♠ No se utilizará en la asignatura como lenguaje de programación
- ♠ GNU Octave es una aplicación de software libre análoga a Matlab
- ♠ El programa del trabajo de curso debe hacerse en lenguaje Fortran





Entorno de trabajo (I)

- ▶ El entorno de trabajo presenta cuatro ventanas:

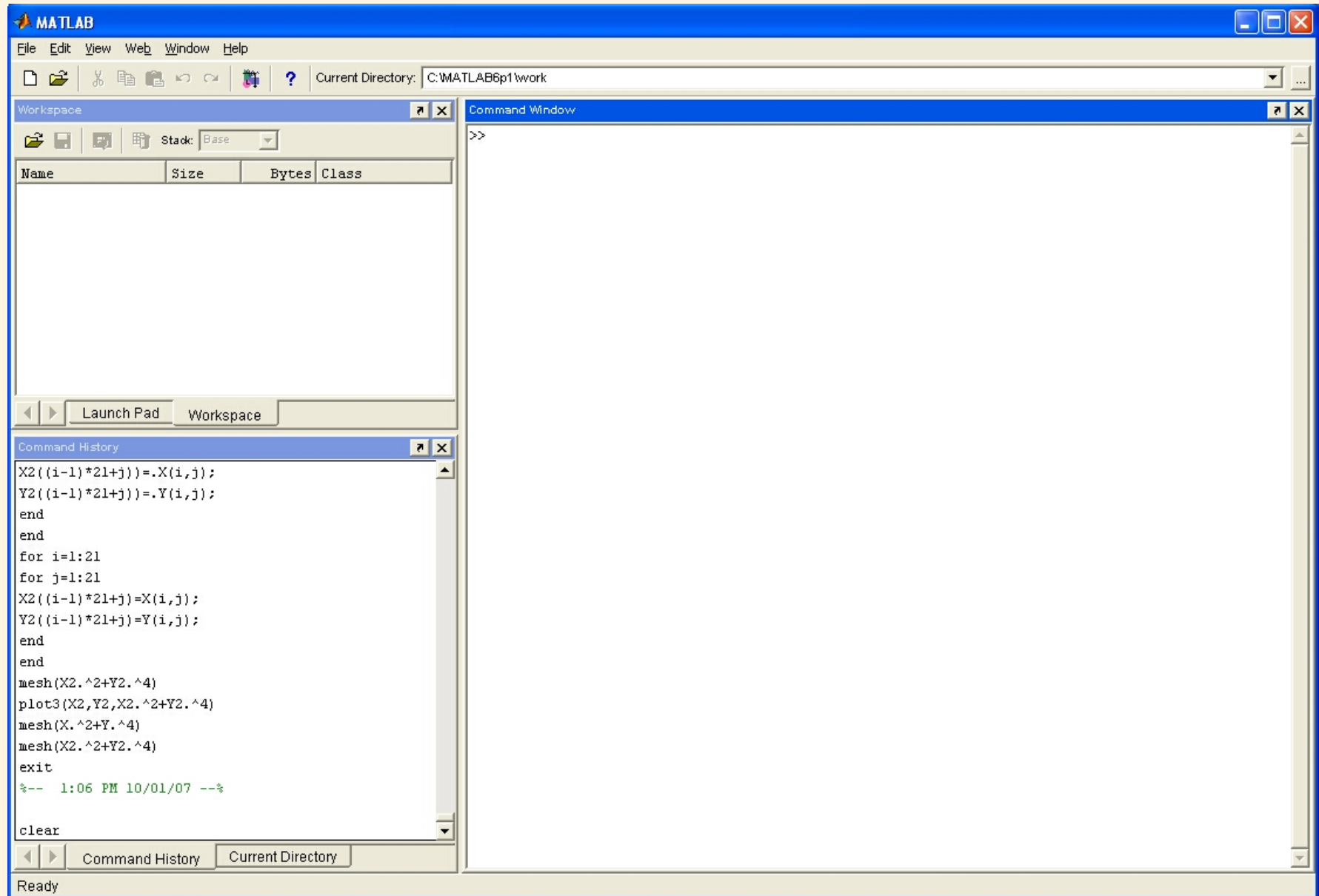
“Workspace”	Contiene e indica todas las variables de cada sección
“Command window”	Ventana donde se introducen los comandos de ejecución
“Command history”	Muestra las últimas instrucciones ejecutadas en la ventana de comandos
“Current directory” o “File Browser”	Indica el directorio actual de trabajo donde se encuentran programas y funciones





Entorno de trabajo de Matlab (II)

Tutorial de GNU Octave / Matlab





Entorno de trabajo de GNU Octave (II)

File Edit Debug Window Help News

Current Directory: []

File Browser

Nome

Workspace

Name	Class	Dimension	Va
------	-------	-----------	----

Command History

```
d  
exit  
# Octave 4.2.2, Mon Apr 27 01:13:11 2020 CE
```

Command Window

```
GNU Octave, version 4.2.2  
Copyright (C) 2018 John W. Eaton and others.  
This is free software; see the source code for copying conditions.  
There is ABSOLUTELY NO WARRANTY; not even for MERCHANTABILITY or  
FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. For details, type 'warranty'.  
  
Octave was configured for "x86_64-pc-linux-gnu".  
  
Additional information about Octave is available at http://www.octave.org.  
  
Please contribute if you find this software useful.  
For more information, visit http://www.octave.org/get-involved.html  
  
Read http://www.octave.org/bugs.html to learn how to submit bug reports.  
For information about changes from previous versions, type 'news'.  
  
>> |
```

Command Window Editor Documentation





Comandos básicos

`clear:` elimina las variables almacenadas anteriormente
`clc:` elimina todas las salidas anteriores y limpia la ventana de comandos
`home:` limpia la ventana de comandos
`clear all:` borra todas las variables

En Octave/Matlab existen dos formas principales de trabajar

- De modo interactivo sobre la ventana de comandos
 - A través de scripts (archivos *.m)
- ▶ La forma más sencilla de trabajar es de modo interactivo
- ▶ Si se desean hacer pequeños programas o aplicaciones se recomienda crear scripts (*.m)





Variables

- Todas las variables numéricas se almacenan como reales en doble precisión (8 bytes)
- La forma de representación por pantalla puede ser de tipo:
 - short: Coma fija con 4 decimales (defecto)
 - long: Coma fija con 15 decimales
 - hex: Cifras hexadecimales
 - bank: números con 2 decimales
 - short e: notación científica, 4 decimales
 - short g: notación científica o decimal, dependiendo del valor
 - long e: notación científica, 15 decimales
 - long g: notación científica o decimal, dependiendo del valor
 - rat: números racionales como cociente de enteros
- Para cambiar el formato de los números: `>> format "formato"`
- Las líneas que comienzan por `"%"` son comentarios
- Las líneas que finalizan con `";"` no muestran resultados por pantalla





Operaciones básicas

Definición de vectores

>> x=[10 20 30] → (10 20 30)

>> x=[10; 20; 30] → $\begin{pmatrix} 10 \\ 20 \\ 30 \end{pmatrix}$

Definición de matrices

>> A=[[1 2 3]; [4 5 6]] → $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{bmatrix}$

>> A=[[1 2 3]; [4 5 6]]' → $\begin{bmatrix} 1 & 4 \\ 2 & 5 \\ 3 & 6 \end{bmatrix}$

Operadores algebraicos

+	Suma	.*:	Producto elemento a elemento
-	Resta	./:	División derecha elemento a elemento
*	Multiplicación	.\:	División izquierda elemento a elemento
'	Transpuesta	.^:	Potencia elemento a elemento
^	Potencia		
\	División izqda.	→	$x=A \setminus b \Rightarrow x=inv(A)*b$
/	División dcha.		

Operador ":" Representa de forma general un rango

x=1:2:9 → x=(1 3 5 7 9)

x=A(:,2) → almacena en el vector x la segunda columna de la matriz A





Dibujo de funciones en 2D y 3D (I)

Gráficos 2D

▶ Comandos de dibujo:

- `plot()`: Crea un gráfico con ejes lineales
- `loglog()`: Crea un gráfico con escala logarítmica en los ejes coordenados
- `semilogx()`: Crea un gráfico con escala logarítmica en el eje x
- `semilogy()`: Crea un gráfico con escala logarítmica en el eje y
- `close`: Cierra la ventana gráfica anterior

▶ Ejemplos:

- `plot(A)`: Dibuja una curva representando los valores de las columnas de la matriz A en ordenadas frente al índice del elemento en abscisas
- `plot(x,A)`: Igual que el anterior, pero en abscisas utiliza los valores de x
- `plot(A,B)`: Dibuja las funciones obtenidas de representar en ordenadas las columnas de B y en abscisas las columnas de A





Dibujo de funciones en 2D y 3D (II)

► Complementos del dibujo:

- `title('titulo')` Introduce un título en el gráfico dibujado anteriormente
- `xlabel('etiqueta eje x')` Introduce una etiqueta para las variables del eje x
- `ylabel('etiqueta eje y')` Idem que el anterior para el eje y
- `axis('square')` Genera un gráfico cuadrado
- `axis([xmin,xmax,ymin,ymax])` Genera un gráfico con los límites que se indican en los ejes

► Otras funciones gráficas:

- `bar(x)` Genera un diagrama de barras con el vector x
- `pie(x)` Genera un diagrama de sectores circulares
- `hist(x)` Dibuja un histograma con el vector x en 3D
- `rose(x)` Dibuja un histograma de (ángulos en radianes)

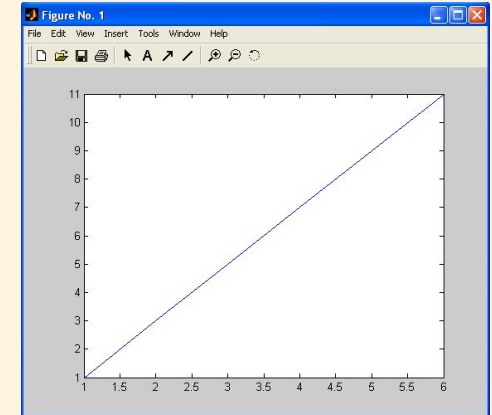




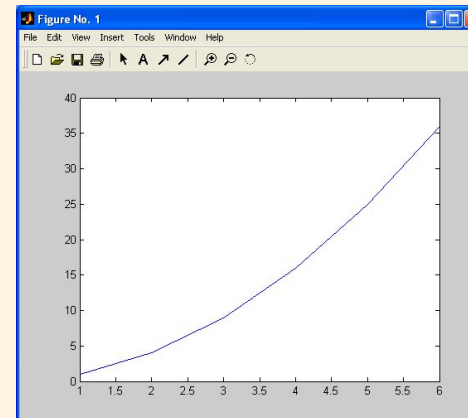
Dibujo de funciones en 2D y 3D (III)

Ejemplos prácticos:

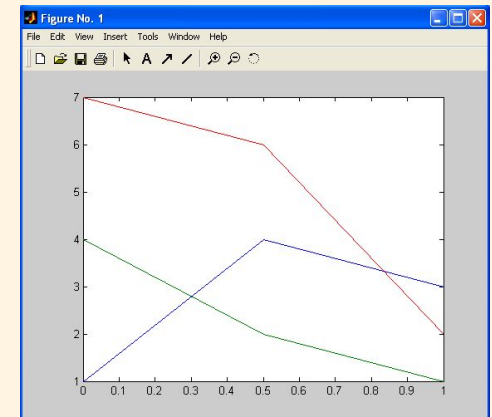
```
>> x=[1 3 5 7 9 11]  
>> plot(x)
```



```
>> x=[1 2 3 4 5 6]  
>> y=[1 4 9 16 25 36]  
>> plot(x,y)
```



```
>> x=0:0.5:1  
>> A=[1 4 7; 4 2 6; 3 1 2]  
>> plot(x,A)
```





Dibujo de funciones en 2D y 3D (IV)

► Comandos de dibujo de funciones Matlab

`ezplot(f, a, b):`

Dibuja la función $f(x)$ en el intervalo $a \leq x \leq b$

Si se omite el intervalo, por defecto es $-2\pi \leq x \leq 2\pi$

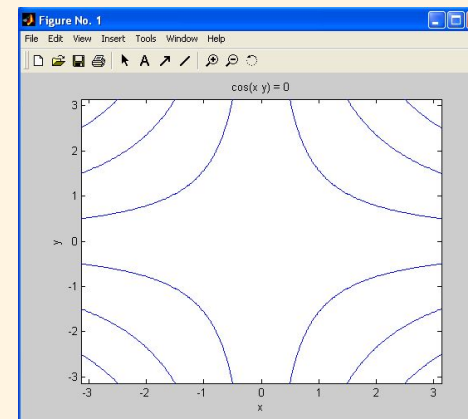
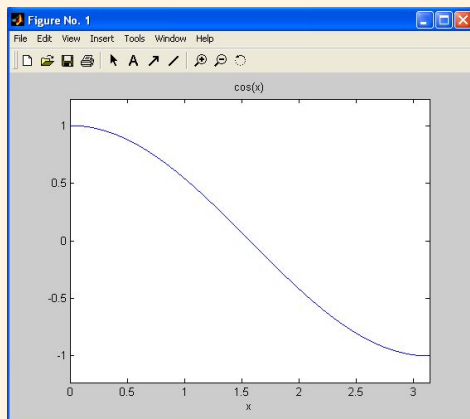
`ezplot(f, [xmin, xmax, ymin, ymax])`

Dibuja la función $f(x,y)=0$ en el intervalo $x_{\min} \leq x \leq x_{\max}$ e $y_{\min} \leq y \leq y_{\max}$

Ejemplos:

`>> ezplot('cos(x)', 0, pi)`

`>> ezplot('cos(x*y)', [-pi, pi, -pi, pi])`





Dibujo de funciones en 2D y 3D (IV)

► Comandos de dibujo de funciones Octave

`ezplot("f",a)`: Dibuja la función $f(x)$ en el intervalo definido en el vector a
Si se omite el intervalo,
por defecto es $-2\pi \leq x \leq 2\pi$

`ezplot("f",b)` Dibuja la función $f(x,y)=0$
en el intervalo en el vector b como
 $b = [x_{\min} \ x_{\max} \ y_{\min} \ y_{\max}]$

Ejemplos:

```
>> a = [0 pi]
```

```
>> b = [-pi pi -pi pi]
```

```
>> ezplot("cos(x)",a)
```

```
>> ezplot("cos(x*y)",b,1000)
```

(muestra la solución de $\cos(x * y) = 0$
con 1000 puntos)





Dibujo de funciones en 2D y 3D (V)

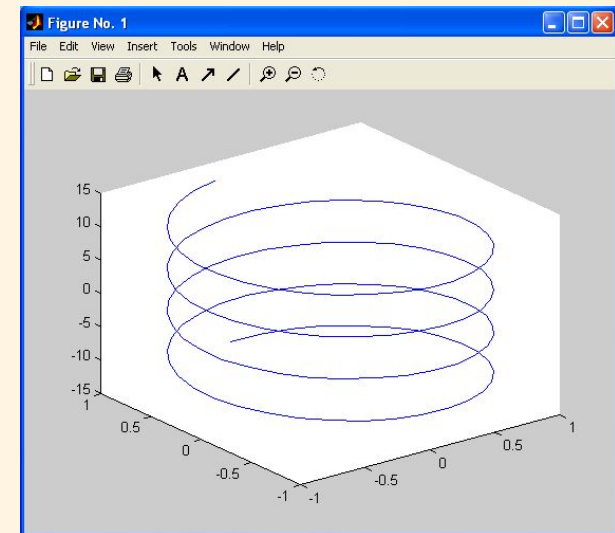
Gráficos 3D

► Comandos de dibujo de líneas 3D

`plot3(x,y,z)`: Dibuja la función que pasa por los puntos de coordenadas x , y , z

Por ejemplo,

```
>> x=[-4*pi:0.1:4*pi];  
>> plot3(sin(x),cos(x),x)
```





Dibujo de funciones en 2D y 3D (VI)

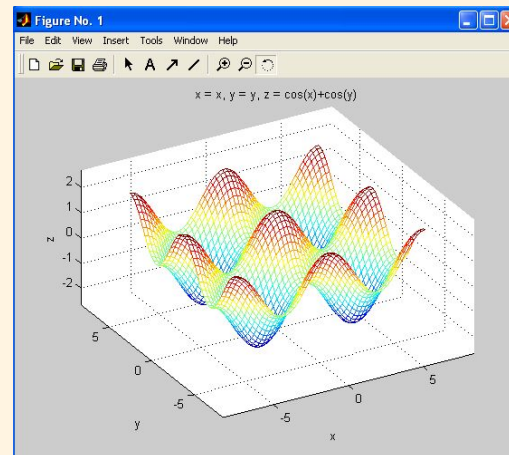
► Comandos de dibujo de funciones en 3D (Matlab)

```
ezmesh(x,y,z,[smin,smax,tmin,tmax])
```

Dibuja la superficie de coordenadas (x,y,z) siendo $x=x(s,t)$, $y=y(s,t)$, $z=z(s,t)$
De modo similar se pueden utilizar las funciones `ezsurf` y `ezcontour`

Ejemplo:

```
>> ezmesh('x','y','cos(x)+cos(y)',[-2*pi,2*pi,-2*pi,2*pi])
```





Dibujo de funciones en 2D y 3D (VI)

► Comandos de dibujo de funciones en 3D (GNU Octave)

```
ezmesh(x,y,z,[smin,smax,tmin,tmax])  
fx = @(s,t) fx(s,t);    fy = @(s,t) fy(s,t);  
fz = @(s,t) fz(s,t);  
ezmesh (fx, fy, fz, [ax, bx, ay, by], N);
```

Dibuja la superficie de coordenadas (fx, fy, fz) siendo $fx=fx(s,t)$, $fy=fy(s,t)$, $fz=fz(s,t)$

De modo similar se pueden utilizar las funciones `ezsurf` y `ezcontour`

Ejemplo:

```
>> fx = @(s,t) s;  
>> fy = @(s,t) t;  
>> fz = @(s,t) cos(s).*cos(t);  
>> ezmesh(fx,fy,fz, [-2*pi,2*pi,-2*pi,2*pi],50)
```





Dibujo de funciones en 2D y 3D (VII)

► Generación de mallas de puntos equiespaciados

meshgrid Genera una malla rectangular de puntos a partir de las coordenadas de puntos en x y en y

Por ejemplo,

```
>> x=-2:0.2:2; y=x
```

```
>> [X,Y]=meshgrid(x,y)
```

► Comandos de dibujo de superficies 3D

mesh(Z) genera una malla en modo alámbrico en 3D con la función Z a partir de la malla original

surf(Z) genera una superficie 3D con la función Z a partir de la malla original

contour(Z) genera una imagen bidimensional con las curvas de nivel correspondientes a la superficie tridimensional





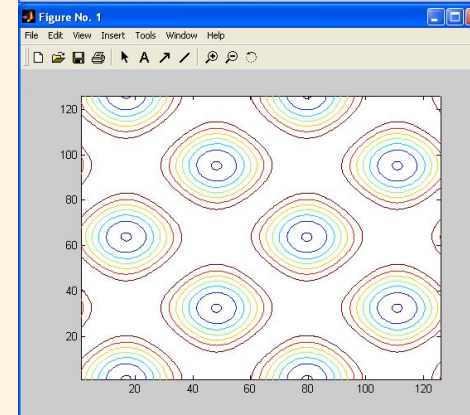
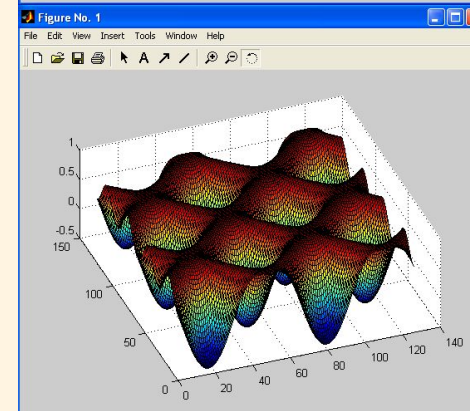
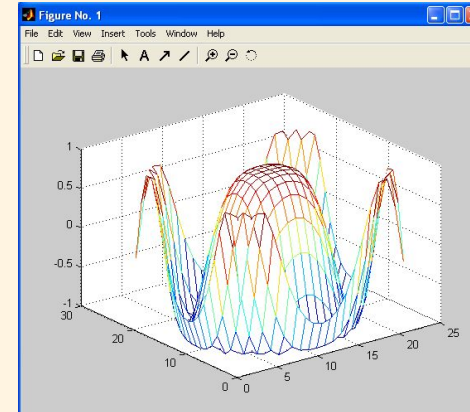
Dibujo de funciones en 2D y 3D (VIII)

Por ejemplo,

```
>> x=-2:0.1:2; y=x;  
>> [X,Y]=meshgrid(x,y);  
>> Z=cos(X.^2+Y.^2);  
>> mesh(Z)
```

```
>> x=-2*pi:0.1:2*pi; y=x;  
>> [X,Y]=meshgrid(x,y);  
>> Z=cos(sin(X)+cos(Y));  
>> surf(Z)
```

```
>> x=-2*pi:0.1:2*pi; y=x;  
>> [X,Y]=meshgrid(x,y);  
>> Z=cos(sin(X)+cos(Y));  
>> contour(Z)
```





Programación en GNU Octave / Matlab (I)

- ▶ Además de las operaciones de modo interactivo podemos crear programas
- ▶ Los programas en Octave / Matlab se definen como secuencias de operaciones (script)
- ▶ El código de programación se implementa en archivos *.m
- ▶ La ejecución de los programas se realiza:
 - Seleccionando el directorio que contiene el programa como directorio de trabajo
 - Indicando el nombre del fichero *.m (sin .m) en la línea de comandos.
- ▶ Además los programas pueden llamar a funciones (archivos *.m) que actúan como subrutinas
- ▶ Estas funciones pueden utilizarse en numerosas ocasiones dentro de un programa





Realización de funciones en Octave / Matlab

```
function [variables_salida]=nombre_función (variables_entrada)
...
comandos
...
return
```

Por ejemplo,

```
function z=modulo(x,y)
z=sqrt(x*x+y*y)
return
```

Guardado en un archivo de nombre “modulo.m”

- Para llamar a una función desde un archivo de comandos (*.m):

```
>> [variables_salida]=nombre_función (variables_entrada)
```





Sentencias de Programación (I)

IF Realiza las sentencias cuando se cumplan las condiciones establecidas

```
if condición_1
  sentencia_1
elseif condición_2
  sentencia_2
else
  sentencia_por_defecto
end
```

```
if A==B
  C=A+B
else
  C=A\B
end
```

► Operadores relacionales

- < menor que (elemento a elemento)
- > mayor que (elemento a elemento)
- <= menor o igual que (elemento a elemento)
- >= mayor o igual que (elemento a elemento)
- == igual elemento a elemento (elemento a elemento)
- ~= distinto elemento a elemento (elemento a elemento)





Sentencias de Programación (II)

FOR Repite un conjunto de sentencias un número determinado de veces

```
for i=1:n                for ind=1:10
    sentencia_1          x(ind)=ind*ind;
end                      end
```

WHILE Repite un conjunto de sentencias mientras se cumpla la condición

```
while condicion         x=1:1:20;
    sentencia           ind=1;
end                     while ind<=20
                        disp(x(ind)); ind=ind+1;
end
```

BREAK Termina la ejecución del bucle más interno

CONTINUE Salta a la siguiente iteración del bucle





Entrada y salida de datos (I)

Entrada y salida de datos por pantalla

- input** Permite escribir un mensaje en la línea de comandos y recibir el valor de una variable
`>> n=input('Indique el numero de puntos -> ')`
- disp** Permite representar mensajes o variables por pantalla
`>> disp('Solucion alcanzada')`

Formatos de salida de variables:

- `%s` cadenas de caracteres.
- `%d` número enteros.
- `%f` números en coma flotante.





Lectura y escritura de ficheros

fopen: Abre un archivo para leer o escribir datos

```
>> [log_unidad, texto_error]=fopen('nombre_archivo', permisos)
```

<i>log_unidad</i>	variable que almacena el número de unidad lógica.
<i>texto_error</i>	variable de texto que guardará mensajes de error si los hay.
<i>nombre_archivo</i>	nombre del archivo ASCII incluida su extensión.
<i>permisos</i>	'r' Abre para lectura un archivo ya existente. 'w' Abre para escritura. (Se borra lo anterior). 'a' Crea o abre para escritura a continuación. 'r+' Abre para lectura y escritura un archivo ya existente. 'w+' Abre para lectura y escritura. (Se borra lo anterior). 'a+' crea o abre para lectura y escritura a continuación.

fclose: Cierra un archivo abierto

```
>> [texto_error]=fclose(log_unidad)
```





Entrada y salida de datos (III)

Funciones de lectura y escritura en archivo ASCII

fscanf: lee datos de un archivo previamente abierto

```
[var1, var2, ...]=fscanf(log_unidad, 'cadena_de_control', tamaño)
```

var1, var2, ... son las variables en las que se almacenan los datos
cadena_de_control indica los formatos de las variables que se van a leer
tamaño (opcional) tamaño de las variables a leer

Ejemplo: `>> [x,y,z]=fscanf(log_unit1, '%f,%f,%f', 3)`

fprintf: escribe datos en un archivo previamente abierto

```
fprintf(log_unidad, 'cadena_de_control', var1, var2, ...)
```

Ejemplo: `>> fprintf(log_unit2, '%10.4f,%10.4f,%10.4f', x,y,z)`





Ayuda de Matlab

La ayuda de GNU Octave / Matlab puede activarse mediante:

```
>> help tópico
```

Por ejemplo, `>> help plot3`

Para obtener más información:

- Colección: “Aprenda Matlab como si estuviera en Primero”
Javier García de Jalón
- “Análisis Numérico y visualización gráfica con Matlab”
Shoichiro Nakamura. Ed. Pearson Educación
- “GNU Octave Documentation:”
<https://www.gnu.org/software/octave/doc/latest>





Ejemplos prácticos (I)

Archivo de datos y dibujo de superficie (datos1.txt, malla1.m)

4 7

```
0.00000E+00 0.39250E+00 0.78500E+00 0.11775E+01 0.15700E+01
0.00000E+00 0.39250E+00 0.78500E+00 0.11775E+01 0.15700E+01
0.00000E+00 0.39250E+00 0.78500E+00 0.11775E+01 0.15700E+01
0.00000E+00 0.39250E+00 0.78500E+00 0.11775E+01 0.15700E+01
0.00000E+00 0.39250E+00 0.78500E+00 0.11775E+01 0.15700E+01
0.00000E+00 0.39250E+00 0.78500E+00 0.11775E+01 0.15700E+01
0.00000E+00 0.39250E+00 0.78500E+00 0.11775E+01 0.15700E+01
0.00000E+00 0.39250E+00 0.78500E+00 0.11775E+01 0.15700E+01

0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00
0.44857E+00 0.44857E+00 0.44857E+00 0.44857E+00 0.44857E+00
0.89714E+00 0.89714E+00 0.89714E+00 0.89714E+00 0.89714E+00
0.13457E+01 0.13457E+01 0.13457E+01 0.13457E+01 0.13457E+01
0.17943E+01 0.17943E+01 0.17943E+01 0.17943E+01 0.17943E+01
0.22429E+01 0.22429E+01 0.22429E+01 0.22429E+01 0.22429E+01
0.26914E+01 0.26914E+01 0.26914E+01 0.26914E+01 0.26914E+01
0.31400E+01 0.31400E+01 0.31400E+01 0.31400E+01 0.31400E+01

0.20000E+01 0.19240E+01 0.17074E+01 0.13832E+01 0.10008E+01
0.19011E+01 0.18250E+01 0.16085E+01 0.12843E+01 0.90186E+00
0.16238E+01 0.15478E+01 0.13312E+01 0.10071E+01 0.62464E+00
0.12232E+01 0.11471E+01 0.93057E+00 0.60642E+00 0.22398E+00
0.77837E+00 0.70232E+00 0.48575E+00 0.16160E+00-0.22084E+00
0.37740E+00 0.30136E+00 0.84788E-01-0.23936E+00-0.62180E+00
0.99624E-01 0.23580E-01-0.19299E+00-0.51714E+00-0.89958E+00
0.12683E-05-0.76043E-01-0.29261E+00-0.61676E+00-0.99920E+00
```

```
clear
[fi,txterr]=fopen('datos1.txt','r');
[n]=fscanf(fi,'%5d',2);
nx=n(1);
ny=n(2);
fscanf(fi,'%s',0);
for i=1:(ny+1)
    [a]=fscanf(fi,'%f',nx+1);
    AX(i,:)=a';
end
fscanf(fi,'%s',0);
for i=1:(ny+1)
    [a]=fscanf(fi,'%f',nx+1);
    BX(i,:)=a';
end
fscanf(fi,'%s',0);
for i=1:(ny+1)
    [a]=fscanf(fi,'%f',nx+1);
    CX(i,:)=a';
end
st=fclose(fi);
surf(AX,BX,CX);
axis('normal')
```





Ejemplos prácticos (II)

Lectura de archivo y dibujo de funciones (datos2.txt, malla2.m)

```
6      3
0.000000E+00
0.523333E+00
0.104667E+01
0.157000E+01
0.209333E+01
0.261667E+01
0.314000E+01

0.000000E+00
0.499770E+00
0.865760E+00
0.100000E+01
0.866556E+00
0.501149E+00
0.159265E-02

0.000000E+00
0.999540E+00
0.173152E+01
0.200000E+01
0.173311E+01
0.100230E+01
0.318531E-02

0.000000E+00
0.149931E+01
0.259728E+01
0.300000E+01
0.259967E+01
0.150345E+01
0.477796E-02

clear
%
[fi,txterr]=fopen('datos2.txt','r');
%
[n]=fscanf(fi,'%5d',2);
nx=n(1);
nf=n(2);
%
fscanf(fi,'%s',0);
%
for j=1:nx+1
    [x(j)]=fscanf(fi,'%f',1);
end
%
fscanf(fi,'%s',0);
%
for i=1:nf
    for j=1:nx+1
        [CX(j,i)]=fscanf(fi,'%f',1);
    end
    fscanf(fi,'%s',0);
end
%
st=fclose(fi);
%
plot(x,CX);
axis([0,x(nx+1),-(nf+1),nf+1]);
title('Dibujo de funciones seno(x)');
xlabel('Posicion x');
ylabel('Amplitud');
```





Ejemplos prácticos (III)

Lectura de archivo y dibujo de superficies (datos3.txt, malla3.m)

```
2 5
0.396633E-12 0.793266E-12 0.118990E-11
-0.951057E+00 -0.190211E+01 -0.285317E+01
-0.587780E+00 -0.117556E+01 -0.176334E+01
0.587792E+00 0.117558E+01 0.176338E+01
0.951053E+00 0.190211E+01 0.285316E+01
-0.146928E-04 -0.293856E-04 -0.440785E-04

0.100000E+01 0.200000E+01 0.300000E+01
0.309014E+00 0.618028E+00 0.927043E+00
-0.809020E+00 -0.161804E+01 -0.242706E+01
-0.809012E+00 -0.161802E+01 -0.242704E+01
0.309028E+00 0.618056E+00 0.927085E+00
0.100000E+01 0.200000E+01 0.300000E+01

0.157080E+01 0.314159E+01 0.471239E+01
0.282744E+01 0.565487E+01 0.848231E+01
0.408408E+01 0.816815E+01 0.122522E+02
0.534072E+01 0.106814E+02 0.160221E+02
0.659736E+01 0.131947E+02 0.197921E+02
0.785400E+01 0.157080E+02 0.235620E+02
```

```
clear
%
[fi,txterr]=fopen('datos3.txt','r');
%
[n]=fscanf(fi,'%5d',2);
nr=n(1);
nt=n(2);
%
fscanf(fi,'%s',0);
%
for j=1:nt+1
    [a]=fscanf(fi,'%f',nr+1);
    AX(j,:)=a';
end
%
fscanf(fi,'%s',0);
%
for j=1:nt+1
    [a]=fscanf(fi,'%f',nr+1);
    BX(j,:)=a';
end
%
fscanf(fi,'%s',0);
%
for j=1:nt+1
    [a]=fscanf(fi,'%f',nr+1);
    CX(j,:)=a';
end
%
st=fclose(fi);
%
surf(AX,BX,CX);
title('Dibujo de helice');
```

