Lección C

Representaciones gráficas

C.1. Nuestra primera gráfica

La orden
`x=[1 2 3], y=[1 4 9], plot(x,y)`
realiza la representación gráfica de los puntos $(1,1)$, $(2,4)$ y $(3,9)$ unidos por una línea recta. Matlab, por omisión, une los puntos x, y mediante un trazo recto. Si nuestra orden hubiera sido `plot(x,y,'+r')` entonces habría pintado nuestros puntos x, y como cruces rojas. La relación de posibilidades de colores y marcas es la siguiente

Opción	Marca
	línea continua
`-`	línea continua
`--`	línea de guiones
`:`	línea punteada
`-.`	línea de guiones y puntos
`+`	cruces
`*`	asteriscos
`.`	puntos
`o`	círculos
`x`	equis

Opción	Color
`r`	rojo
`y`	amarillo
`m`	magenta
`c`	turquesa
`g`	verde
`b`	azul
`w`	blanco
`k`	negro

Práctica a Introduciendo una a una en la ventana de comandos las siguientes ordenes obtendremos la representación gráfica de la función $f(x) = \operatorname{sen} x e^{-0.4x}$ en el intervalo $[0, 10]$.

`x=0:0.05:10;`	
`y=sin(x).*exp(-0.4*x);`	¿Por qué se utiliza la operación `.*`?
`plot(x,y)`	
`axis([0,10,-1,1])`	La x valora en $[0, 10]$ y la y en $[-1, 1]$
`xlabel('eje x'), ylabel('eje y')`	Rótulos en los ejes x, y
`title('Gráfica primera')`	Título de la gráfica

`grid`	Sitúa una rejilla en la gráfica
`text(4,-0.1,'Mínimo')`	Sitúa un comentario en el punto $(4, -0.1)$

C.2. Conveniencia de los ficheros m

Como se habrá podido observar es bastante incómodo introducir las ordenes una a una en la ventana de comandos, debido sobre todo, a que si nos equivocamos en una de las ordenes tenemos que volver a imprimir la orden equivocada en el mejor de los casos o el listado completo en el peor. Para remediar esto lo mejor es editar un fichero que se denomina *fichero m* por ser 'm' la extensión de dicho fichero.

En esta sección vamos a aprender a editar y ejecutar un fichero m, pero antes vamos a hacer unos comentarios acerca del programa Matlab. Dentro del ordenador, el programa Matlab tiene la siguiente estructura

```
Archivos de programa
  MATLAB*
     bin           Carpeta fundamental (..\MATLAB*\bin)
     help
     toolbox
      ⋮
     work          Por defecto, aquí se guardan nuestros archivos
       Mt          Carpeta de Métodos (..\MATLAB*\work\Mt)
```

La carpeta `bin` es fundamental ya que en ella se encuentra el ejecutable de Matlab. Por defecto, en la carpeta `..\Matlab*\work` se guardan todos los archivos que realicemos en nuestras sesiones con Matlab y es la razón que justifica que nosotros colguemos de esta carpeta la subcarpeta `Mt`. En ella tendremos todos los ficheros que son necesarios para ejecutar todos los listados de estas prácticas y que se caracterizan por tener en su nombre un guión bajo '`_`'. Para obtener los ficheros de la carpeta `Mt` el lector deberá acceder al enlace de nombre 'Carpeta Mt'.

Una vez obtenida la carpeta `work\Mt` y con el fin de que Matlab sepa donde buscar los ficheros en ella contenidos debemos, la primera vez, incluir dicha carpeta dentro del 'path' de Matlab, para ello:

1. Ejecutamos en la ventana de comandos la instrucción `editpath`.
2. En la venta que nos aparece vamos al menú 'Path' y seleccionamos 'Add to Path'.
3. En la nueva ventanita, seleccionamos la carpeta `Mt` y salimos dando a 'OK'.
4. Salimos de la ventana de editor del 'path', nos preguntará si queremos conservar los cambios para futuras sesiones y le decimos que sí.

Es importante tener en cuenta lo siguiente:

- **Todos los ficheros que abramos en este curso serán creados en la carpeta** `work`. Para recalcarlo y recordarlo, por lo menos en las primeras lecciones siempre que hablemos de un archivo de nombre `ficherito` lo llamaremos `work\ficherito`

- Con el fin de ordenar nuestros ficheros utilizaremos como criterio a la hora de asignar nombre a un archivo el siguiente: **La primera y segunda letra de dicho archivo corresponderán, respectivamente, al capítulo y práctica donde se ha citado**.

Vamos ahora a realizar la siguiente práctica que nos enseña a editar y ejecutar un fichero m.

Práctica b Edición de un fichero m

`creamos un fichero m`	Para ello vamos al menú `File\New\M-file`
`editamos`	Escribimos el contenido del fichero m. En esta práctica, escribimos el listado de la práctica anterior
`guardamos el fichero m`	Vamos al menú `File\Save` y damos el nombre `cbgrafo.m` al fichero que hemos editado
`ejecutamos work\cbgrafo.m`	Vamos a la ventana de comandos y escribimos `cbgrafo`

C.3. Gráficas de curvas

Continuamos realizando prácticas de representación de gráficas

Práctica c La representación de la curva de ecuaciones polares $\rho(\theta) = \text{sen}(4\theta)e^{-0.3\theta}$ para $\theta \in [0, \pi]$ se puede realizar con la orden `polar` y con el siguiente listado:

```
t=0:.05:pi; r=sin(4*t).*exp(-.3*t);
polar(t,r)
title('Coordenadas polares')
grid
```

Práctica d Supongamos que de la representación anterior deseamos conservar una copia como fichero gráfico. La forma de proceder para nuestro propósito es añadir al listado de la práctica anterior la línea

```
print -dps cdpolar
```

Con ello creamos un fichero con formato `ps` y nombre `cdpolar` con la figura de la práctica anterior.

Los principales formatos en que podemos guardar una copia de nuestras representaciones son: `emf` (encapsulated meta-file), formato compatible con la mayoría de los programas Windows; `jpeg` o `jpg`, formato utilizado para el tratamiento de gráficos por numerosos programas entre ellos cualquier navegador; `ps` (postscript file) formato cada vez más usado y de gran calidad; `m`, formato propio del programa Matlab, mediante él se crea un fichero m que al ser ejecutado se obtiene de nuevo la representación.

Si hubiésemos preferido el formato `jpeg` en lugar de poner `-dps` hubiésemos puesto `-djpeg`, para el formato `emf` hubiésemos puesto `-dmeta` y para el formato `m` pondríamos `-dmfile`.

Práctica e Realizamos la representación de dos gráficas a la vez

```
x=0:0.05:5; y=sin(x); z=cos(x); plot(x,y,x,z,':')
```

Si quisiéramos añadir la representación obtenida al fichero `cdpolar` creado en la práctica anterior; entonces, añadiríamos al listado anterior la línea

```
print -dps -append cdpolar
```

Práctica f La práctica anterior también se puede hacer con la orden `hold on/off`. Con ella agregamos otra representación a la ya realizada, en este caso la del seno

```
x=0:0.05:5;
y=sin(x);
plot(x,y,'r')
z=cos(x);
hold on
plot(x,z,'b')
hold off
```

Práctica g ([7], p. 49) Con la orden `subplot` podemos representar una matriz con $m \times n$ subgráficas en una sola figura; la sintaxis es:

```
subplot(m,n,k)
```

y donde k es un número natural que indica el orden en que aparece la gráfica: la primera, la segunda, ...

Como ejemplo ejecutamos el siguiente listado

```
t=0:0.3:40;
subplot(2,2,1), plot(t,cos(t)),
   title('Gráfica 2,2,1')
   xlabel('t'); ylabel('cos(t)')
subplot(2,2,2), plot(t,t.*cos(t)),
   title('Gráfica 2,2,2')
   xlabel('t'); ylabel('t.*cos(t)')
subplot(2,2,3), plot(t,cos(t).^2),
   title('Gráfica 2,2,3')
   xlabel('t'); ylabel('cos(t).^2')
subplot(2,2,4), plot(t,(t.^2).*(cos(t).^2)),
   title('Gráfica 2,2,4')
   xlabel('t'); ylabel('t.^2.*cos(t).^2')
```

Práctica h En el fichero de nombre `work\Mt\ch30pto_x.dat` tenemos las coordenadas $(x_i, y_i) = p_i$ de 30 puntos p_i colocadas como las filas de una matriz 30×2. Nos planteamos la cuestión de representar los 30 puntos p_i, $i = 1, \ldots, 30$, para ello 'cargamos' la matriz `ch30pto_x` mediante la orden `load ch30pto_x.dat` y después representamos los puntos p_i. En concreto realizamos el guión

`load ch30pto_x.dat`	Esta primera orden define en Matlab una variable
`x=ch30pto_x(:,1);`	de nombre `ch30pto_x` igual a la matriz 30×2
`y=ch30pto_x(:,2);`	de `Mt\ch30pto_x.dat`
`plot(x,y,'+')`	

Práctica i ([7], p. 50) Mediante la orden `plot3` realizamos la representación de curvas en el espacio. Como ejemplo sirva el siguiente listado

```
t=0:0.01:20; r=exp(-0.3*t);
th=t*pi/2;
Z=t; X=r.*cos(2*th); Y=r.*sin(th);
plot3(X,Y,Z);
xlabel('X'), ylabel('Y'), zlabel('Z')
```

Poniendo al final del listado anterior la orden

```
view([0,0,5])
```

conseguimos una vista de la gráfica anterior desde el eje Z. Como práctica se pide realizar las siguientes vistas: 1) `view([-1,0,-1])`; 2) `view([-5,2,-1])`; 3) `view(-37,30)`; 4) `view(0,90)`.

C.4. Representación de superficies

Práctica j Generación de un mallado: A partir de los puntos $x = -1; -0.5; 0; 0.5; 1; 1.5; 2$, $y = -1; -0.5; 0; 0.5; 1$ y con la orden `meshgrid` realizamos un mallado de la región $[-1, 2]\times[-1, 1] \in \mathbb{R}^2$. En efecto, ejecutamos el listado:

```
x=0:.5:2, y=-1:0.5:1, [X,Y]=meshgrid(x,y), plot(X,Y,'+')
```

Práctica k La utilidad de la práctica anterior la vemos ahora en la representación del paraboloide de ecuación $z = x^2 + y^2$ para $(x, y) \in [-1, 1] \times [-1, 1]$:

```
x=-1:0.1:1; y=x;
[X,Y]=meshgrid(x,y);
Z=X.^2+Y.^2;
mesh(X,Y,Z)
```

Repetimos el listado anterior cambiando la orden `mesh` por: `surf` (representa la superficie con sombreado interior), `meshc` (representa la superficie sin sombreado y con contorno sobre el plano XY), `surfc` (representa la superficie con sombreado y con contorno), `meshz` (sin sombreado y con cortina) y `surfl` (con sombreado e iluminación)

Práctica l Realizar el siguiente listado en la ventana de comandos

`sphere(30)`	Representamos la esfera unidad a partir de un mallado de 30 elementos
`[X,Y,Z]=sphere(30);`	Obtenemos los puntos del mallado
`mesh(X,Y,Z)`	De nuevo la representación de la esfera
`mesh(30*X,30*Y,30*Z)`	Representación de la esfera de radio 30
`[xc,yc,zc]=cylinder(1,30);`	Representación del cilindro de radio 1 generado con un mallado de 30 puntos
`mesh(xc+1,yc,zc)`	Representación del cilindro anterior trasladado en la dirección $(1,0,0)$

Práctica m Realizar el listado siguiente:

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

Práctica n Con la orden `contour` podemos representar las curvas de nivel de la superficie de la práctica anterior. Ejecutamos el listado:

```
x=-2:0.1:2; y=x;
[X,Y]=meshgrid(x,y);
Z=X.*exp(-X.^2-Y.^2);
h=contour(X,Y,Z,[-0.3,-0.2,-0.1,0,0.1,0.2,0.3]);
clabel(h,'manual')
```

Comprobaremos que cuando llevamos el ratón sobre la ventana de figuras y hacemos 'click' sobre cada una de las curvas de nivel el programa rotula el nivel de cada curva, en nuestro caso: $\pm 0.3; \pm 0.2; \pm 0.1$ y 0. Esto se debe a la orden `clabel`

Repetir ahora la ejecución del listado anterior pero sustituyendo la orden `contour` por `contour3`. Con ello conseguiremos una representación en 'relieve' de las curvas de nivel.

Práctica o De la anterior práctica observamos que podemos realizar representaciones gráficas de funciones dadas de forma implícita sin más que observar que los puntos (x,y) que verifican la condición $f(x,y)=0$ constituyen la curva de nivel 0 para la superficie $Z=f(x,y)$. El siguiente listado permite representar la curva cuya ecuación implícita es $y^3+e^y-\text{tgh}(x)=0$ para los puntos $(x,y)\in[-3,3]\times[-2,2]$

```
x=-3:0.05:3; y=x;
[X,Y]=meshgrid(x,y);
Z=3*Y.^3+exp(-Y)-sin(X./2)-1;
contour(X,Y,Z,[0 0])      %Solamente nos interesa el nivel cero
[x0,y0]=ginput(2)         %Si vamos a la ventana gráfica podemos
                          %pinchar en dos puntos y obtener sus coordenadas
```

C.5. Bibliografía de la lección

En la elaboración de esta lección hemos tenido en cuenta los apuntes [2].

C.6. Ejercicios

Práctica p Ejecutar los dos listados siguientes:

```
x=-10:.05:2.2;
y=exp(x).*(x.^3-(4*x.^2)+7*x-6);
plot(x,y), grid
```

```
x=-10:.05:4;
y=exp(x).*(x.^3-(4*x.^2)+7*x-6);
plot(x,y), grid
```

Podrías explicar las razones de por qué se 'ven' tan diferentes las representaciones gráficas obtenidas con los listados anteriores cuando ambas representaciones son las de una misma función $f(x) = e^x(x^3 - 4x^2 + 7x - 6)$.

Práctica q Escribir el listado necesario para representar las curva cuyas ecuaciones polares son las siguientes:

1. $\rho(\theta) = \operatorname{sen}(2\theta)\cos(2\theta)$ para $\theta \in [0, 2\pi]$.
2. $\rho(\theta) = 3\theta$ para $\theta \in [0, 6\pi]$.
3. $\rho(\theta) = 2\operatorname{sen}^3(\theta/3)$ para $\theta \in [0, 3\pi]$.
4. $\rho(\theta) = 2(1 + \cos(\theta))$ para $\theta \in [0, 2\pi]$.

Práctica r Escribir el listado necesario para representar las curvas paramétricas siguientes:

$$1)\left\{\begin{array}{rcl} x &=& 2(t-\operatorname{sen} t) \\ y &=& 2(1-\cos t) \\ t &\in& [0,12] \end{array}\right. \quad 2)\left\{\begin{array}{rcl} x &=& 3\cos^3 t \\ y &=& 3\operatorname{sen}^3 t \\ t &\in& [0,4\pi] \end{array}\right. \quad 3)\left\{\begin{array}{rcl} x &=& 1+\cos t \\ y &=& \operatorname{sen} t \\ z &=& 2\operatorname{sen}(t/2) \\ t &\in& [-2\pi,2\pi] \end{array}\right.$$

La tercera curva recibe el nombre de *curva de Viviani*, la cual coincide con la intersección de la esfera $x^2 + y^2 + z^2 = 4$ con el cilindro $(x-1)^2 + y^2 = 1$. Para probar esto se pide: 4) (apartado puntuable con 0.3 puntos) Hacer un listados que representen a la curva sobre la esfera, sobre el cilindro y sobre la intersección de la esfera y el cilindro anteriores.

Práctica s Escribir el listado necesario para representar los 30 puntos p_i' obtenidos al girar 45^o los 30 puntos p_i de la práctica CH. Como indicación tener en cuenta que la matriz de un giro α tiene matriz $\begin{pmatrix} \cos\alpha & -\operatorname{sen}\alpha \\ \operatorname{sen}\alpha & \cos\alpha \end{pmatrix}$

Práctica t 1) Escribir el listado necesario para representar la superficie de ecuación $z = x^2 - y^2$, $x, y \in [-2, 2]$. El resultado tiene que ser una silla de montar. Considerar también las siguientes vistas: `view([0,5,0])`, `view([1,1,0])`, `view([1,1,5])` y `view([1,1,1])`.

2) Repetir la práctica anterior para el sombrero mejicano $z = \dfrac{\operatorname{sen}(\sqrt{x^2+y^2})}{\sqrt{x^2+y^2}}$ y para la región $[-10, 10] \times [-10, 10]$.

Práctica puntuable u (0.3 puntos) Escribir el listado necesario para representar las superficies de ecuaciones siguientes y en las que $x, y \in [-10, 10]$. Nos será útil saber que $|x|$=`abs(x)` y que arctg(x)=`atan(x)`.

1. $z = \sqrt{|xy|}$.
2. $z = e^{-x/9}(\frac{\pi}{2} - \operatorname{arctg}(y))$ (Ola del surfista).
3. $z = \dfrac{1}{x^2 + y^2 + 9}$ (Una montaña).
4. $z = \dfrac{-y}{x^2 + y^2 + 9}$ (Una montaña con cráter).
5. $z = \dfrac{1}{x^2 + (y-8)^2 + 9} + \dfrac{1}{x^2 + (y+8)^2 + 9}$ (Dos montañas).
6. $z = -\sqrt{|x|} - \sqrt{|y|}$ (Tejado de pagoda).

Práctica v Escribir el listado necesario para representar las curvas de nivel ± 0.1; ± 0.09; ± 0.08; $\ldots$; ± 0.01; 0 de la quinta función anterior.

Práctica w Utilizar la función `contour` para representar la curva de ecuación implícita $f(x, y) = 0$ donde

$$f(x, y) = y^2 - 3xe^{-0.1y} - \operatorname{sen}(x/3), \quad -6 \leq x, y \leq 6$$

Obtener, además, de forma aproximada todos los puntos (x, y) de la curva anterior que verifican $y = 2$.