8. Gráficos

Gráficos simples: la función `plot`

En Matlab/Octave es muy sencillo generar gráficos de funciones. Supongamos que queremos dibujar la función:

$$f(x) = 4x^3 + 10x^2 + 6$$

en el intervalo $[-3, 1]$. Para ello comenzamos por definir la función; podemos hacerlo creando el archivo `f.m` con el código de la función:

```
function y=f(x)
  y=4*x.^3+10*x.^2+6;
end
```

o de manera equivalente, teniendo en cuenta que en este caso la función es sencilla y se puede definir en una linea, podemos definirla directamente como una función anónima:

```
>> f = @(x) 4*x.^3+10*x.^2+6;
```

Ahora construimos una malla sobre el intervalo $[-3, 1]$. Esto significa que vamos a definir una colección de puntos equiespaciados en este intervalo; si entre punto y punto dejamos una distancia de 0.1 unidades, el vector de puntos de la malla se obtiene mediante:

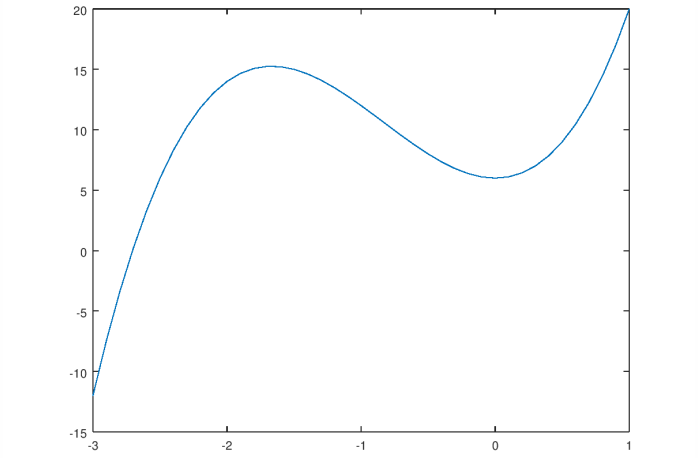
```
>> x=[-3 : 0.1 : 1];
```

De manera alternativa podemos usar la función `linspace(a,b,n)` que crea una malla de `n` puntos equiespaciados entre `a` y `b`. Por ejemplo, si queremos crear una malla de 50 puntos entre -3 y 1 ejecutaríamos el siguiente comando:

```
>> x=linspace(-3,1,50);
```

Por último utilizamos la función `plot()` indicando cuáles son los valores `x` y `f(x)` que describen el recorrido de la función:

```
>> plot(x,f(x))
```



Por cierto, que Matlab/Octave cuentan con una función para definir polinomios. La función que hemos dibujado en el ejemplo anterior, $f(x) = 4x^3 + 10x^2 + 6$ es un polinomio de tercer grado cuyos coeficientes, de mayor a menor grado son [4, 10, 0, 6]. La función `polyval(coefs,x)` calcula los valores de un polinomio con coeficientes `coefs` sobre una malla `x`. Por tanto, obtenemos el mismo resultado de antes si utilizamos la sintaxis:

```
>> f=polyval([4, 10, 0, 6],x);
 plot(x, f)
```

y así nos ahorramos tener que definir la función `f(x)`.

Como modificar el estilo de un gráfico.

En Matlab/Octave existen múltiples opciones para modificar el estilo de un gráfico. En general estas opciones se especifican añadiendo dentro de la llamada a la función `plot()` las propiedades del gráfico que se quieren modificar y a continuación de cada propiedad el valor que se quiere dar a la misma. A continuación se listan las propiedades que se pueden modificar y sus posibles valores:

- **Color:** color de linea. Posibles valores: “red”, “green”, “blue”, “yellow”, “magenta”, “cyan”, “white”, “black”. Los colores se pueden acortar a su primera letra (“r”,“g”,“b”,“y”,“m”,“c”,“w”,“b”). También se puede especificar un color distinto mediante un vector [r g b] donde r, g y b son valores reales entre 0 y 1 que especifican, respectivamente, las proporciones de rojo, verde y azul en la construcción del nuevo color.

- **LineStyle:** estilo de línea. Posibles valores: “-” (linea continua), “–” (linea discontinua), “:” (linea de puntos), “-.” (linea discontinua de guiones y puntos), “none” (sin linea)

- **LineWidth:** Ancho de linea

- **Marker:** Símbolo para el punto. Posibles valores: “none” (ningún punto), “o”, “+”,"*“,”.“,”x“,”s" (square, cuadrado), “d” (diamond, rombo), “^”, “v”, “<”, “>”, “p” (estrella de 5 puntas), “h” (estrella de 6 puntas).

- **MarkerEdgeColor:** Color del borde del punto. Posibles valores: los mismos que para el color de linea.

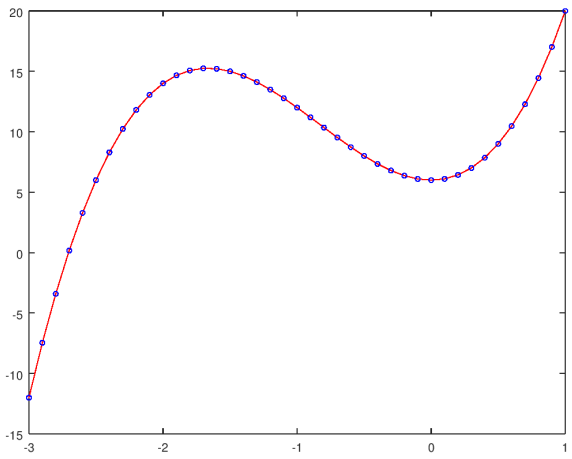
- **MarkerFaceColor:** Color del interior del punto.

- **MarkerSize:** Tamaño del punto. Por ejemplo, si en el gráfico anterior se desea que solamente se dibujen los puntos de la función correspondientes a los valores x de la malla, que dichos puntos sean círculos, que su tamaño sea 4 y que su color sea rojo:

Ejemplo:

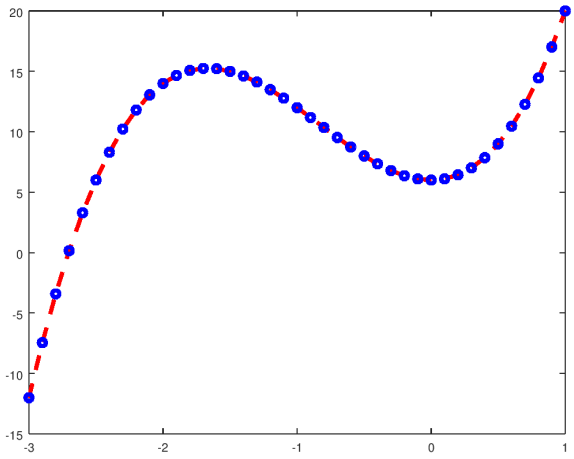
El siguiente código dibuja la misma función $f(x)$ anterior utilizando ahora un círculo para los puntos de la malla, que se dibujan a tamaño 4 y de color azul, y se unen con una linea de color rojo. Obsérvese que la sintaxis comienza con el plot seguida de la sucesión de propiedades y valores; éstas se pueden poner en cualquier orden, si bien detrás de cada propiedad debe ir su valor:

```
plot(x, f, "marker", "o", "markerEdgeColor", "b", ...
     "markersize", 4, "color","red")
```



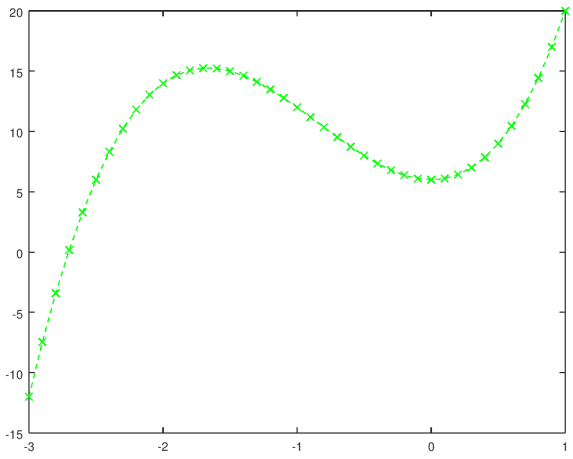
Si se quieren unir los puntos con lineas discontinuas de anchura 3, haciendo los puntos más grandes (tamaño 6), la sintaxis a seguir sería:

```
plot(x, f, "marker", "o", "markerEdgeColor", "b", ...
     "markersize", 6, "linewidth", 3, "linestyle", ...
     "--", "color","red")
```



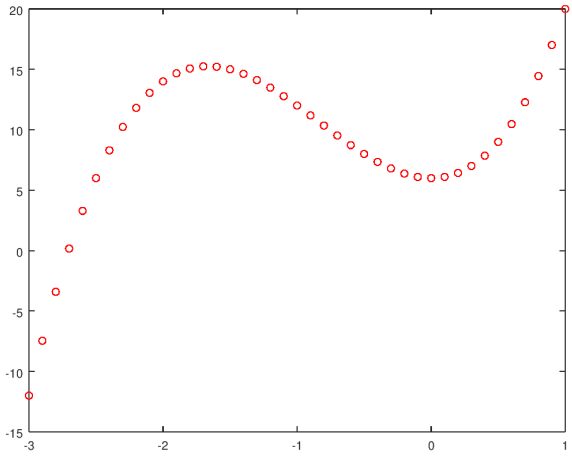
Estilo de linea y puntos resumido: se puede especificar el tipo de punto, el tipo de linea y su color mediante una cadena de caracteres en la que se concatenen los identificadores de los valores elegidos para estas tres propiedades; los identificadores pueden ir en cualquier orden y no necesariamente tienen que estar los tres. Por ejemplo, la siguiente sintaxis especifica que los puntos se representan con el símbolo x, se unen con una linea discontinua y se dibuja todo de color verde:

```
>> plot(x, f, "x--g")
```



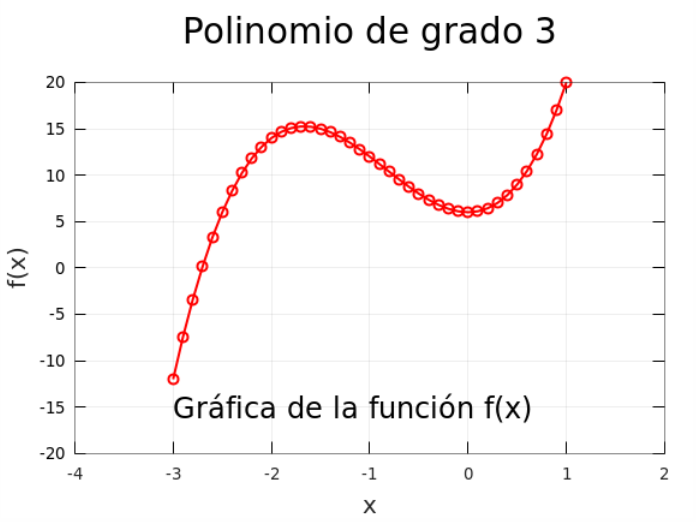
Si especificamos solo el tipo de punto y el color, no se dibuja la linea:

```
>> plot(x, f, "or")
```



Ejes, títulos, etc: También podemos modificar los ejes (etiquetas, tamaño de letra, grosor de la linea de los ejes, límites de los ejes …) y poner un título al gráfico. Para ello primero se crea el gráfico tal como acabamos de hacer y luego se fijan las propiedades de los ejes mediante la función `set(gca, ...)` (la palabra `gca` es un acrónimo de *get current axis*). Además podemos añadir texto en los ejes o en cualquier lugar del gráfico mediante la función `text`. Veamos a modo de ejemplo el resultado de la siguiente sintaxis:

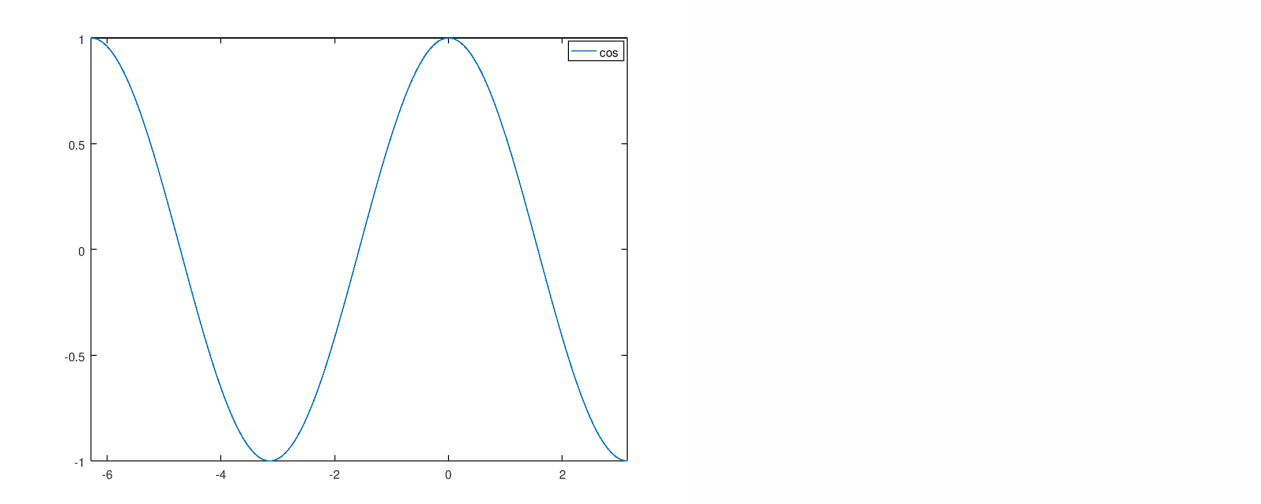
```
plot(x, f, "o-", "markersize", 4, "linewidth", 2, ...
     "color","red")
set(gca, "xlabel", ...
    text("string", "x", "fontsize", 15), ...
    "xlim",[-4,2], "fontsize",10)
set(gca, "ylabel", ...
    text("string", "f(x)", "fontsize", 15), ...
    "ylim",[-20,20], "fontsize", 10, "ytick",[-20:5:20])
set(gca, "title", ...
    text("string","Polinomio de grado 3","fontsize", 22))
text(-3,-15,"Gráfica de la función f(x)", "fontsize", 18)
grid on
```



La función `fplot()`

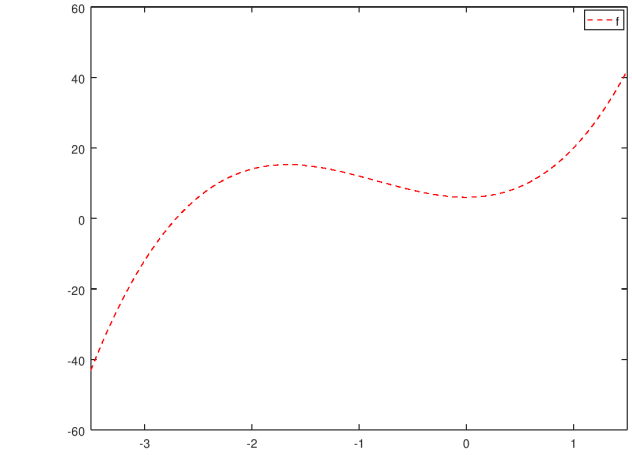
Esta función permite dibujar funciones definidas por el usuario (o ya existentes) de manera muy simple, indicando el recorrido de la función y el número de puntos que se quieren emplear para hacer la gráfica. Por ejemplo, para dibujar la función coseno (`cos`) entre -2π y pi, utilizando 50 puntos, podemos utilizar la sintaxis:

```
>> fplot("cos", [-2*pi, pi], 50)
```



También podemos dibujar el polinomio que ya definimos más arriba, utilizando la función *"f"* que hemos creado:

```
>> fplot("f", [-3.5, 1.5], 50, "--r")
```



Superposición de varias funciones en un mismo gráfico.

Supongamos que queremos superponer en un mismo gráfico la representación de las siguientes funciones entre $-\pi$ y 2π:

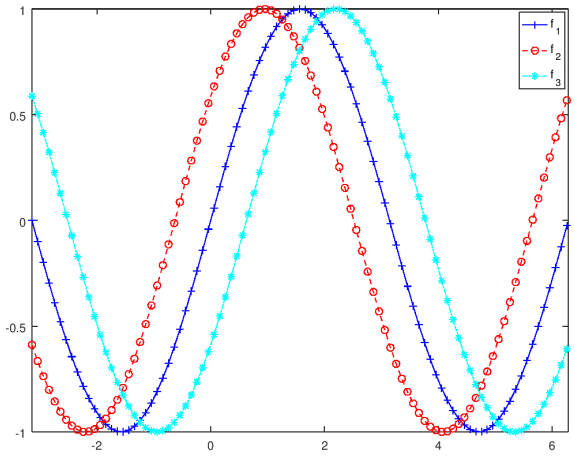
$$f_1(x) = sin(x) \qquad f_2(x) = sin(x + \frac{\pi}{5}) \qquad f_3(x) = sin(x - \frac{\pi}{5})$$

En primer lugar debemos definir las funciones $f_2(x)$ y $f_3(x)$:

```
>> f2 = @(x) sin(x+pi/5);
 f3 = @(x) sin(x-pi/5);
```

y ahora podemos representarlas con una única llamada a la función `plot`. Nótese que al final añadimos el comando `legend` para indicar que coloque en la esquina superior derecha (noreste) una leyenda especificando qué gráfica corresponde a cada función:

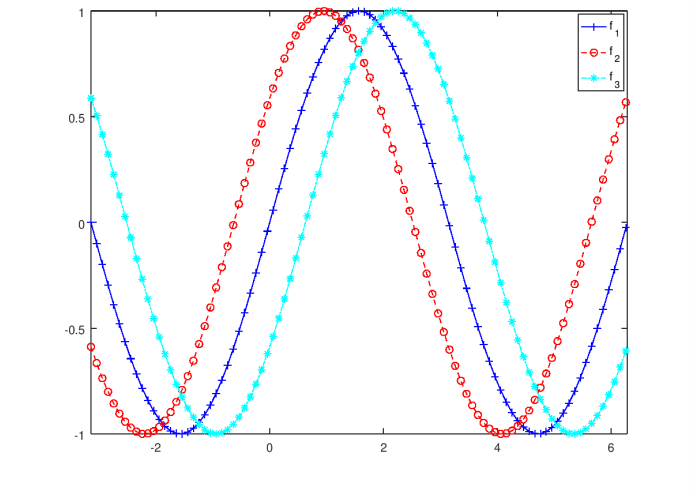
```
x=[-pi:0.1:2*pi];
plot(x,sin(x),"+-b",x,f2(x),"o--r",x,f3(x),"*-.c");
set(gca, "xlim",[-pi,2*pi]);
legend ({"f_1", "f_2", "f_3"}, "location", "northeast");
```



Nótese que a continuación de cada par `x, f(x)` se incluyen las propiedades de esa función; en este caso hemos usado la versión abreviada del estilo de linea, pero podríamos usar la versión completa e ir especificando propiedades (markerSize, markerEdgeColor, lineWidth, …) distintas para cada gráfica.

Otra manera de superponer dos o más funciones en un mismo gráfico consiste en dibujar la primera función seguida del comando `hold on`. A continuación se escribe el código para el resto de las funciones y se termina con `hold off`. El siguiente ejemplo aclara como se realiza el proceso:

```
plot(x,sin(x),"+-b")
hold on
plot(x,f2(x),"o--r")
plot(x,f3(x),"*-.c")
hold off
set(gca, "xlim",[-pi,2*pi])
legend ({"f_1", "f_2", "f_3"}, "location", "northeast");
```



Pueden combinarse también varias gráficas en la misma figura utilizando `fplot()` en lugar de `plot()`.

Borrado de un gráfico

La función `clf` borra el gráfico actual, dejando la ventana de gráficos en blanco.

Guardar gráficos

Una vez que hemos generado un gráfico, podemos guardarlo en un archivo png, jpg, pdf o eps (postscript) entre otros formatos, mediante la sintaxis:

```
>> print("miGrafico.png", "-dpng");
 print("miGrafico.jpg", "-djpg");
 print("miGrafico.pdf", "-dpdf");
 print("miGrafico.eps", "-deps");
```

Tecleando `help print` en la consola veremos más opciones para guardar (o imprimir) gráficos.

Gráficos 3D

Matlab/Octave ofrecen también la posibilidad de dibujar superficies 3D. Supongamos que queremos dibujar la función:

$$f(x,y) = x^2 - y^2, \quad x \in [-2,2],\ y \in [-2,2]$$

Comenzamos definiendo el dominio de la función:

```
>> x = [-2:0.1:2];
 y = x;
```

Ahora generamos la malla (x, y) sobre la que se va a dibujar la superficie $f(x, y)$:

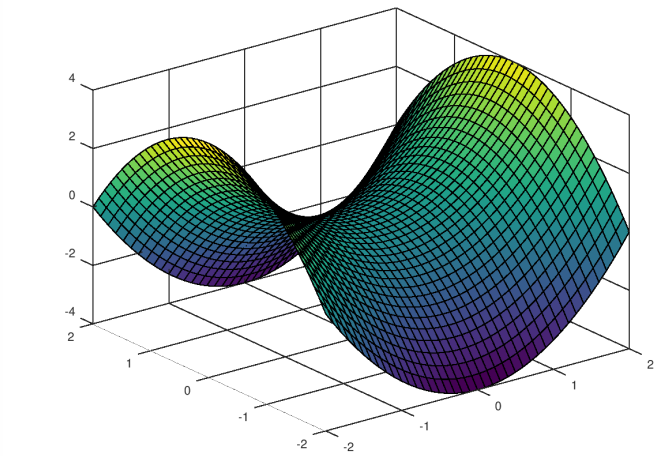
```
>> [X Y] = meshgrid(x,y);
```

Ahora calculamos los valores $z = f(x, y) = x^2 - y^2$ para todos los puntos de esta malla:

```
>> Z = X.^2 - Y.^2;
```

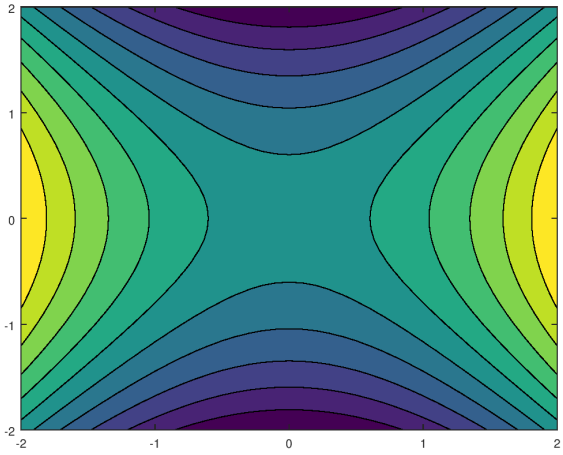
Por último usamos la función `surf()` para dibujar la superficie $f(x, y)$:

```
>> surf(X, Y, Z)
```



La función `contourf()` traza las curvas de nivel correspondientes a la figura anterior:

```
>> contourf(X, Y, Z)
```



Se puede consultar la ayuda de Matlab (o cualquiera de los numerosos tutoriales que hay en linea) para ver las opciones existentes para modificar los gráficos 3D: modificaciones en los ejes, colores, orientación, punto de vista, …