[next](http://www.fim.utp.ac.pa/Revista/Matlab/node32.html)[up](http://www.fim.utp.ac.pa/Revista/Matlab/node29.html)[previous](http://www.fim.utp.ac.pa/Revista/Matlab/node30.html)  
**Next:** [Sobre este documento...](http://www.fim.utp.ac.pa/Revista/Matlab/node32.html) **Up:** [Algunas aplicaciones](http://www.fim.utp.ac.pa/Revista/Matlab/node29.html) **Previous:** [Sistemas de ecuaciones no](http://www.fim.utp.ac.pa/Revista/Matlab/node30.html)

**Ecuaciones diferenciales.**

En esta sección vamos a explicar, por un lado, cómo hay que introducir en MATLAB un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias para poder integrarlo numéricamente y, por otro, qué instrucciones poseemos para realizar esta integración.

Consideremos una ecuación autónoma de segundo orden correspondiente a un oscilador armónico con amortiguamiento

\begin{displaymath}
\ddot{x}+\dot{x}+4 x=0.
\end{displaymath}

Como es habitual, tomando $x_1=\dot{x}$y $x_2=x$podemos reescribir la ecuación como el sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden

\begin{displaymath}
\left\{
\begin{array}{l}
\dot{x_1}=-x_1-4 x_2,\\
\dot{x_2}=x_1.
\end{array} \right.
\end{displaymath}

Lo primero que hemos de hacer es crear un archivo, llamado **osci1.m**, conteniendo esas ecuaciones diferenciales.

function xdot=osci1(t,x)   
xdot=zeros(2,1);   
xdot(1)=-x(1)-4.\*x(2);   
xdot(2)=x(1);

Observemos que, como antes, hemos definido el vector de salida de la función para que sea un vector columna. Por otro lado, como argumentos de entrada, hemos de suministrar el tiempo (aunque el sistema sea autónomo, como en este caso) y el vector de coordenadas (también como vector columna).

Para integrar numéricamente el sistema hay dos instrucciones en MATLAB que implementan métodos de Runge-Kutta de distintos órdenes y con ciertas variaciones.

|  |  |
| --- | --- |
| **ode23** | Método de Runge-Kutta de orden 2 y 3. |
| **ode45** | Método de Runge-Kutta-Fehlberg de orden 4 y 5. |

El formato de dichas órdenes es exactamente el mismo, **ode23(fun,t0,tfinal,x0)** y **ode45(fun,t0,tfinal,x0)**, donde **fun** es el nombre de la función de las derivadas, **t0** y **tfinal** son, respectivamente, el instante inicial y final de integración, y **x0** es la condición inicial. En nuestro caso podemos utilizar la instrucción

$\gg$[t1,x1]=ode23('osci1',0,15,[0 0.5]');

para obtener como resultado un vector columna **t1** que contiene los valores de tiempo en los que se ha evaluado la solución y una matriz **x1**, cuyas dos columnas representan las coordenadas $x_1$y $x_2$de los puntos de la órbita. Por ello, mediante

$\gg$plot(t1,x1)

obtenemos una gráfica de las coordenadas $x_1$y $x_2$frente al tiempo, mientras que con

$\gg$plot(x1(:,1),x1(:,2))

vemos un dibujo de la órbita en el plano de fases.

**Ejercicio:** Utiliza la instrucción **ode45** para obtener la misma órbita que en ejemplo. Almacena los resultados en **t2** y **x2**, y compáralos con los obtenidos por **ode23**.

**Ejercicio:** Consulta la ayuda de las dos instrucciones de integración de ecuaciones diferenciales para ver otros posibles argumentos de entrada.

**Ejercicio:** Obtén la órbita del ejemplo con la instrucción

[t3,x3]=ode23('osci1',0,15,[0 0.5]',0.00001,1);

Comprueba que se imprime cada valor obtenido, tanto del tiempo como del paso de integración y de las coordenadas, y que son necesarias más iteraciones para respetar la tolerancia solicitada.

**Ejercicio:** Comprueba, obteniendo varias órbitas, que si quitamos el término de rozamiento ($\dot{x}$) de la ecuación del ejemplo anterior, el origen del plano de fases es un centro.

[next](http://www.fim.utp.ac.pa/Revista/Matlab/node32.html)[up](http://www.fim.utp.ac.pa/Revista/Matlab/node29.html)[previous](http://www.fim.utp.ac.pa/Revista/Matlab/node30.html)  
**Next:** [Sobre este documento...](http://www.fim.utp.ac.pa/Revista/Matlab/node32.html) **Up:** [Algunas aplicaciones](http://www.fim.utp.ac.pa/Revista/Matlab/node29.html) **Previous:** [Sistemas de ecuaciones no](http://www.fim.utp.ac.pa/Revista/Matlab/node30.html)   
[I:\ARCHIVOS MATLAB\Archivos HTML\Ecuaciones diferenciales_archivos\es.gif](http://www.fim.utp.ac.pa/Revista/Matlab/ht%20%20%20%20%20%20%20%20tp:/es.nedstat.net/cgi-bin/viewstat?name=fimutp)