

## Práctica 1. Introducción a Matlab.

Todos los scripts y funciones se copiarán en un Word de resultados, atendiendo a la Sección y número del ejercicio en el que nos encontremos.

Para aquellos scripts o funciones que sean llamados desde consola de comandos se copiará, además, la llamada realizada, así como el resultado generado, tanto numérico como figuras.

**MATLAB diferencia entre las mayúsculas y minúsculas. No es lo mismo escribir EJEMPLO que Ejemplo o ejemplo.**

### SECCIÓN 1. Aprendiendo comandos, tipos de variables, funciones y operadores en Matlab.

Las siguientes órdenes pueden serte útiles para el desarrollo de esta práctica:

- **help:** Te ofrece ayuda sobre una función, incluyendo algún ejemplo sobre su uso y otras funciones relacionadas. Por ejemplo, teclea `>>help clc`
- **lookfor:** Lista todas las funciones en cuya ayuda aparece una palabra clave. Por ejemplo, si quisiéramos saber qué funciones tiene Matlab para manipular directorios podríamos teclear `>>lookfor directory` y a continuación teclear `>>help pwd`, `>>help dir`, etc. para saber cómo funciona cualquier función que nos interese.

En la siguiente tabla se indican algunas órdenes útiles en MATLAB.

<b>ORDEN</b>	<b>SIGNIFICADO DE LA ORDEN</b>
<b>HELP</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Ayuda sobre órdenes y funciones internas de Matlab.</li><li>● Ayuda sobre nuestras propias funciones .m</li></ul>
<b>WHAT</b>	Da una lista de funciones .m en el directorio especificado ( <i>Por ejemplo: &gt;&gt; what a:\ejemplos</i> )
<b>CD</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Cambia al directorio padre o directorio anterior (<code>&gt;&gt; cd ..</code>)</li><li>● Cambia al directorio que se especifique (<code>&gt;&gt; cd a:\ejemplos</code>)</li></ul>
<b>DIR</b>	Da una lista del contenido del directorio en el que me encuentro
<b>PWD</b>	<i>¿Qué hace este comando?</i>

1. Haciendo uso del comando **HELP** puedes saber las funciones de los comandos **diary**, **who**, **clear**, **hold**, **format** y **edit**. ¿Qué diferencia existe entre los comando **edit** y **type**?

Las siguientes órdenes son interesantes para poder conocer los operadores definidos en Matlab. Algunos de ellos los vas a utilizar frecuentemente.

(a) `help \`

(b) `help arith.`

(c) `help slash.`

(d) `help relop.`

2. Haz lo siguiente usando las líneas de comando de Matlab (indicadas por >>)

<b>Operación</b>	<b>Ejemplo</b>	<b>Indica los resultados de las operaciones</b>
<b>Suma +</b>	<pre>&gt;&gt;format short &gt;&gt;a=7 &gt;&gt;b=2; %variable escalar &gt;&gt;suma=a+b; %El ; hace que no se vea el resultado pero sí se ejecuta la orden o sentencia. &gt;&gt;suma</pre>	Resultados de a, b y suma:
<b>Resta -</b>	<pre>&gt;&gt;resta=a-b; &gt;&gt;resta</pre>	Resultado resta:
<b>Multiplicación *</b>	<pre>&gt;&gt;multiplicar=a*b</pre>	Resultado multiplicar:
<b>División /</b>	<pre>&gt;&gt;div1=a/b</pre>	Resultado div1:
<b>División \</b>	<pre>&gt;&gt;div2=a\b &gt;&gt;div3=b\a %¿Es igual que div1?</pre>	Resultado div2:  Resultado div3:
<b>Potencia ^</b>	<pre>&gt;&gt;a=3;potencia=a^2</pre>	Resultado potencia:
	<pre>&gt;&gt;a=9; &gt;&gt;a^3</pre>	Resultado:  ¿Cómo se llama la variable a la que se le asigna el resultado?
	<pre>&gt;&gt;ans &gt;&gt;c=7;d=8;ans=1 &gt;&gt;(c*d)/(ans+7) &gt;&gt;(c*d)/ans+7</pre>	¿Cuáles son los valores que va tomando la variable por defecto ans?

- Ejecuta en la línea de comandos el comando **who**. ¿Qué aparece en pantalla?
- Ejecuta: 

```
>> clear b
```

. Pregunta por el valor de **b**. ¿Qué sale en pantalla?
- Ejecuta el comando **who**. ¿Cuál es la diferencia que encuentras con la ejecución anterior?

**3 (Ejercicio para hacer en casa).** Busca el significado de las siguientes **funciones internas** de Matlab, pon un ejemplo y su resultado. Averigua cuál se puede escribir en minúsculas, mayúsculas o indistintamente. Normalmente en el segundo párrafo se especifica la sintaxis de la función. En general, en cualquier lenguaje de alto nivel las funciones trigonométricas deben tener el argumento o variable de entrada en radianes. *Matlab también dispone de funciones trigonométricas cuyo argumento se defina en grados. Búscalas.*

<b>Función</b>	<b>Ejemplo</b>	<b>Resultado ejemplo</b>
<b>ABS</b>		
<b>SQRT</b>		
<b>RAND</b>		
<b>SIN</b>		
<b>SIND</b>		
<b>TAN</b>		
<b>ASIN</b>		
<b>SINH</b>		
<b>EXP</b>		
<b>LOG</b>		
<b>LOG10</b>		
<b>REM</b>		
<b>ROUND</b>		
<b>EPS</b>		
<b>PI</b>		

**4. Introducción a vectores.** Como en todos los lenguajes de alto nivel las variables numéricas se clasifican básicamente en variables escalares (un número), variables vectoriales (vector) o variables matriciales. En ejemplos anteriores se ha visto la asignación numérica escalar, ahora vamos a ver una de las formas para asignar valores/elementos a un vector. Busca el significado de las órdenes **Linspace** usando el comando *help*, y ejecuta

```
>> x=linspace(0,2*pi,30)
```

**Nota.** Esta línea de comandos permite asignar valores numéricos a la variable llamada  $x$ . A diferencia de las asignaciones anteriores la variable  $x$  es un vector. Sin embargo, hay que aclarar que realmente Matlab trabaja con variables con estructura matricial, en donde p.e.  $x$  será una matriz de 1 fila y 30 columnas.

(a) Escribe el resultado de la asignación anterior.

(b) Sea la siguiente orden **>> y=sin(x)**

Escribe los valores numéricos de la variable  $y$ .

(c) Busca información sobre el comando o la orden **plot**. Ejecuta **>>plot(x,y,x,y,'r\*')**. Como ves se ha generado una figura con los elementos de dos vectores.

(d) Para determinar el número de elementos de un vector usa la función interna **length**.

Indica la orden que has ejecutado para saber el número de elementos de los vectores  $x$  e  $y$ .

(e) La siguiente ejecución es incorrecta: **>> z=x^2**. Modifícala para que tengamos el cuadrado de cada uno de los elementos de vector  $x$ . Recuerda el ejercicio 1.

### SECCIÓN 2. Variables

Los ejercicios que aparecen en verde son ejercicios que podéis hacer para reforzar conocimientos.

1. Indica los resultados tras ejecutar las siguientes órdenes. Si hubiera errores, corrígelos. Fíjate en las órdenes que han dado lugar a matrices o variables matriciales

```
>> X=[ 1 2 9 4 5]
>> X=[1,2,9,4,5]
>> X=[ 1;2;9;4;5]
>> X'
>> X(3)
>> X(0)
>> X([1,3,5])
>> X(1:4)
>> X=20:-2:1
>> X(end)
>> longitud=length(X)
>> tamaño =size(X)
>> [fil,col]=size(X)
>> a=[1:10,2:12,3:13]
>> a=[1 2 7
5 6 8
3 2 6]
>> b=[1 2 3]
>> c=[a;b]
>> d=[1,2,3;4,3,0;6,8,1]
>> e=[1 2 3;4 3 0;6 8 1]
>> f=e', g=b';
```

2. Crea un vector  $x$  de 4 componentes equi-espaciado entre los valores 6 y 7.

3. Suma 1 al tercer elemento del vector  $x$ .

4. Crea un vector  $y$  de las mismas dimensiones que  $x$  con los primeros números impares.
5. Crea un vector  $v$  que contenga la tabla de multiplicar del 3, cuyo primer elemento sea cero y el último sea 30.
6. Crea un vector  $y$  con la diferencia entre sucesivos elementos de  $v$ .
7. Suma 5 a los elementos del vector  $v$  con índice par.
8. Crear los vectores  $a=[0\ 6\ 8\ 3]$  y  $b=[-1\ 7\ 8*2\ 4]$ . (a) Crear una matriz  $A$  de tamaño  $2 \times 4$  cuyas filas sean los vectores  $a$  y  $b$  y (b) Crear una matriz  $4 \times 2$  cuyas columnas sean  $a$  y  $b$ .
9. Escribe un vector  $z$  que vaya del 0 al 1 con un espaciado de 0.1. Calcular un vector con los valores de la función interna  $\sin$  aplicada a los elementos de  $z$ . Hazlo también para la función interna  $\exp$ .
10. Crear un vector  $x$  con las fracciones  $1, 1/2, 1/3, 1/4, \dots, 1/10$ .
11. Genera los primeros 10 números de la serie:  $0, 1/2, 2/3, 3/4, \dots$
12. Crear la serie  $(-1)^n$  con  $n = 0, \dots, 10$
13. Crear un vector con los números de la serie:  $\frac{(-1)^n}{2n+1}$  desde  $n = 0, \dots, 100$ . Usa la función interna  $\text{sum}$  para sumar todos los elementos del vector. Repetir el paso anterior con 10000 términos. ¿Cuál de los dos resultados está más próximo al valor de  $\pi$ ? Nota:  $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n+1} = \frac{1}{2}$  —  $\frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \dots = \frac{\pi}{4}$  se corresponde con la fórmula de Leibniz para el cálculo de  $\pi$ .
14. Crear una matriz  $B$  cuya primera fila corresponda al vector  $a$ , cuya segunda fila sea un vector de ceros, la tercera un vector de unos y la cuarta el contenido de  $b$ . Ver *ones* y *zeros*.
15. Definir un vector  $k$  cuyos elementos sean iguales a los dos primeros elementos de la diagonal de la matriz  $B$ . Utiliza la función interna *diag*.
16. Crea una submatriz  $C$  de tamaño  $3 \times 3$  que sea el contenido de las tres primeras filas y columnas de la matriz  $B$ .
17. Sean dos matrices  $A$  y  $B$ :
 
$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 4 & -1 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 4 & -2 \\ -6 & 3 \end{pmatrix}$$
  - (a) Calcula los resultados de las dos operaciones suma y resta entre matrices:  $C = A+B$  y  $D=A-B$ .
  - (b) Calcula los determinantes de ambas matrices y sus inversas.
  - (c) Calcula el resultado de:  $E=A*B$  y  $F=B*A$ .
  - (d) Empleando la operación elemento a elemento obtén la matriz  $G$  que sale de la siguiente expresión.
 
$$g_{ij}=a_{ij}-b_{ij} \cdot a_{ij}^{2/3}$$
 Si observas algo extraño averigua el porqué.
  - (e) Tiene sentido realizar las siguientes operaciones  $A/B$  y  $A \setminus B$ ? Razona tu respuesta
18. Resolución de sistemas de ecuaciones. Sea el siguiente sistema de ecuaciones de la forma  $A \cdot x=b$ , resuélvelo mediante los operadores matriciales estudiados en clase

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 6 \\ 8 & 9 & 1 \\ 3 & 10 & 9 \end{pmatrix}, b = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ 4 \end{pmatrix}$$

### 19. Veamos ahora el indexado lógico de matrices y vectores:

Sea el vector  $x = [-1 \ 0 \ 2 \ 4 \ -2 \ 3 \ 1 \ 4 \ 7 \ 0 \ -3 \ -1]$ ; . Si queremos asignar a cero los elementos de  $x$  mayores de cero hacemos en la línea de comandos  $x(x > 0) = 0$ .

Realiza las siguientes operaciones:

- (a) Poner a -5 los elementos de  $x$  menores de 0
- (b) Poner a 3 los elementos de  $x$  mayores de 1 y menores de 5:
- (c) Crear un vector  $y$  con los elementos de  $x$  menores o iguales a 3:
- (d) Sumar 2 a los elementos mayores de 5
- (e) Crear un nuevo vector que tenga 1's en las posiciones de los elementos de  $x$  que sean mayores que la media (usar la función interna *mean*) y 0's en las de los menores que la media. NOTA: primero haz  $y=x$  %para evitar modificaciones del vector  $x$  y, por tanto, también de su media.
- (f) Asignar a cero los elementos pares (usar función interna *rem*).
- (g) Cambiar el signo de los valores de  $x$  verificando:  $2 \leq x(i) < 5$ .

### SECCIÓN 3. Funciones y scripts.

**1. Introducción a un script (leer en casa).** Un script es un programa que construye el usuario de Matlab. Este programa se construye con el lenguaje de alto nivel de Matlab. Todas las asignaciones que se realicen en el script o/y en la ventana de comandos se comparten. Todo script tiene que tener un nombre y una extensión fija .m. Esta extensión indica que el script o fichero está escrito en el lenguaje de Matlab. El script se puede crear con un editor (p.e. *edit*) o con la pestaña *File* del menú superior del entorno de matlab. Cuando se haya terminado la edición grabarlo (*save as*) con nombre y extensión .m (la extensión normalmente se pone por defecto, es decir no hay que ponerla). Tras la grabación el programa estará en el directorio donde se ha grabado (en nuestro caso en d:\alumnos\work). Al ejecutarlo en la ventana de comandos solo se escribe el nombre del script. Fíjate en los detalles. Los apóstrofes están en la tecla del cierre de interrogación.

<u>Ejemplo de script</u>	<u>Ejecución de un script en la ventana de comandos</u>
<pre>% Script ejemplo_script.m disp('Cuánto vale A_script y B_vc en ejemplo_script') A_script=37.5 disp([B_vc]) disp('Abandono el script')</pre>	<pre>&gt;&gt;edit ejemplo_script.m &gt;&gt;B_vc=5555; &gt;&gt; ejemplo_script %ejecución de un script &gt;&gt;disp('Cuánto vale a_script en ventana de comandos') &gt;&gt;A_script</pre>

**IMPORTANTE:** Matlab diferencia entre las letras mayúsculas y minúsculas como ya se indicó. Luego, en el ejemplo anterior si se pregunta por **A\_script** dará el valor asignado 37.5, mientras que si se pregunta por **a\_script** nos dirá que esta variable no existe.

**IMPORTANTE:** Como en todo lenguaje de alto nivel hay palabras reservadas, p.e. **disp.**, que no se pueden usar como nombres de variable para realizar asignaciones.

**IMPORTANTE:** El separador de la parte entera y de la parte decimal en los números reales es un punto no una coma.

**IMPORTANTE:** El directorio, por defecto, en donde se graba un script lo puedes saber ejecutando `>>pwd` o `>>cd`. Si quieres ir al *directorio padre* teclea `>>cd ..`. Si quieres volver al directorio en donde trabajabas teclea `>>cd nombredeldirectorio`. Si quieres trabajar con tu pen usando el comando `cd` indica a continuación el nombre con el que se identifica tu pen.

**2. Introducción básica a funciones (leer en casa).** Una función al igual que un script la tiene que crear un programador o usuario de Matlab. En Matlab hay dos tipos de funciones, función interna, como p.e. la función ya conocida **sin**, y función externa o creada por el usuario de Matlab. Centrándonos en esta última, una función tiene que tener un nombre y la extensión `.m`, se crea con un editor y se graba en un directorio. **CUIDADO:** La función se debe grabar con el mismo nombre que está indicado en la primera línea (la línea donde está la palabra reservada *function*). Se ejecuta en la ventana de comandos. Otro ejemplo de palabra reservada es **function**. Vas a realizar muchas funciones a lo largo del curso; a continuación sólo se muestra un ejemplo que debes hacer. Presta atención.

<u>Ejemplo de función</u>	<u>Ejecución de una función en la ventana de comandos</u>
<pre>function [c_fun,d_fun]=ejemplo_fun(a,b) %ejemplo_fun.m  disp('Cuánto vale a,b, c_fun y d_fun dentro de ejemplo_fun') disp(a) disp(b)  c_fun=a+b; d_fun=a*b;  disp([c_fun d_fun]) % Fíjate en este disp. disp('Abandono la función')</pre>	<pre>&gt;&gt;a=10; b=5;  &gt;&gt; [C_fun,D_fun]=ejemplo_fun(a,b)  &gt;&gt; disp('Los valores numéricos de las variables c_fun y d_fun definidas dentro de la función se han asignado a las variables C_fun y D_fun en la ventana de comandos tras ejecutar la función ejemplo_fun en dicha ventana')  &gt;&gt; disp([C_fun D_fun])  &gt;&gt;% las variables a y b son las denominadas <b>variables o parámetros de entrada</b> a la función.  &gt;&gt;% las variables C_fun y D_fun son las denominadas <b>variables o parámetros de salida</b>, obtenidos tras la ejecución de la función.  &gt;&gt; disp('Sin embargo, en la ventana de comandos no conoce las variable c_fun y d_fun, ya que únicamente están definidas</pre>

	dentro de la función. La siguiente ejecución así lo dirá')  >> disp([c_fun d_fun])
--	--

3. Escribe un script que calcule la superficie y volumen de un cilindro de radio 3 m y altura 5 m. La asignación a variables escalares hazlas fuera del script. A este script llámale sup\_vol\_script.m. Escribe el script y las órdenes en la ventana de comandos.

<u>Script</u>	<u>Líneas de ejecución del script en la ventana de comandos de Matlab</u>
	>> >>

4. Escribe una función que tenga como variables de entrada el radio y la altura, y como variables de salida el volumen y la superficie. Llama a esta función sup\_vol\_fun.m. Escribe la función y las órdenes.

<u>Escribe la función</u>	<u>Líneas de ejecución de la función en la ventana de comandos de Matlab</u>
	>> >>

5. Crea la función *suma\_vectores* que tome como parámetros de entrada los vectores *a* y *b*, devolviendo un vector *c* que realice su suma. Hazlo también con un script, llámalo *suma\_vectores\_s*. ¿Qué diferencia aprecias entre *suma\_vectores* y *suma\_vectores\_s*? ¿Las variables tienen el mismo ámbito? ¿La forma de invocarlos es la misma?

6. Escribe una función que reciba como argumento un valor *x* y un entero *n* y devuelva el valor de la función matemática:  $f(x) = \frac{1}{1+|x|^n}$ . Construye una figura que muestre cómo varía *f(x)* si *n*=3 y *x* varía entre -40 y 40. Pon etiquetas a los ejes usando los comandos *xlabel* e *ylabel*.

7. Crea una función llamada *alcance.m* que determine el alcance máximo horizontal (*xmax*), de un objeto lanzado con una velocidad inicial *vo* en el plano *xy*. Considera como variables de entrada el ángulo  $\vartheta$  y la velocidad de origen *vo* del lanzamiento del objeto, ambas serán variables escalares. La variable de salida será el alcance máximo.

$$x_{max} = \frac{v_0^2 \cdot \sin(2 \cdot \theta)}{g}$$

8. Haz lo mismo con un script, llámale *alcance\_s.m*



9. Crea una función `tiempo.m` que determine el tiempo máximo del lanzamiento. Variables de entrada: ángulo y velocidad inicial. Variable de salida: tiempo máximo.

$$t_{max} = \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin(\theta)}{g}$$

10. Crea una función llamada `alcance_tiempo.m` que llame a las funciones `alcance.m` y `tiempo.m`. Las variables de salida serán el alcance y el tiempo máximo.

11. Crea una función llamada `alcance_vect.m` con variable de salida una matriz que contenga todos los ángulos, velocidades iniciales, tiempos en alcanzar de nuevo el suelo y los alcances máximos de todas las trayectorias generadas. Las variables de entrada serán el ángulo y la velocidad. (a) Aplícalo a un ángulo de 45° y una velocidad de entre 40 y 60 m/s con un salto de 10 m/s. (b) Aplícalo a ángulos entre 10° y 90° con un salto de 5° y una velocidad de 40 m/s. (c) Aplícalo a una velocidad entre 20 y 40 m/s con un salto de 10 m/s y ángulos entre 10° y 30° con un salto de 10°.

### SECCIÓN 4. Bucles y condicionales

**Se tiene que usar bucles o/y condicionales en todos los programas de esta sección.**

1. Escribe una función `potencia.m` que reciba como argumentos de entrada un número  $x$  y un entero  $n$  y devuelva el valor de la  $n$ -ésima potencia de  $x$  ( $x^n$ ). El segundo argumento de entrada puede ser opcional. Si se omite debe tomarse como  $n=2$  (devolviendo el cuadrado de  $x$ ). Ver la función interna `nargin`. Usa la estructura `if`.

2. Crea una función que determine la suma de los inversos de los impares menores de 1000. Usa las funciones `tic` y `toc` para determinar el tiempo que se tarda. Usa la estructura `for`.

$$Serie = 1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \frac{1}{7} + \dots + \frac{1}{999}$$

3. Los números de Fibonacci,  $F(n)$  son una serie de números enteros, inicializados con  $F(1)=1$  y  $F(2)=2$ . Los demás términos se tienen como la suma de los dos anteriores:  $F(n) = F(n-1) + F(n-2)$ . Escribe un script que genere los primeros 100 números de la serie de Fibonacci, almacenándolos en un vector  $F$ . Usa la estructura `while`.

4. Escribe las líneas de código para que dado un vector  $x$ , genere otro vector con el orden de los elementos invertido.

5. Implementa una función que tome como entrada un vector  $x$  y que devuelva la posición y el contenido del primer elemento negativo. Sintaxis de llamada: `[elem, pos] = buscaelem(x)`. (a) Añadir una condición de parada si no hubiese ningún elemento negativo, que muestre por pantalla el mensaje: *No hay ningún elemento negativo*.

6. Implementa una función que dado un vector devuelva el menor valor del vector y la posición donde se encuentra sin usar la función `min` o `max`. Por ejemplo  $v=[1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ -1\ -3\ -2]$  devolvería el valor de -3 y la posición 8.

7. Crea una función que dados los valores escalares de  $n$ ,  $a_1$ ,  $a_2$  devuelva un vector de  $n$  componentes tal que  $a_n = a_{n-1} - 3a_{n-2}$ .

8. Crea un script que obtenga el valor medio y desviación media del vector  $x$  descrito como:

$$med = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, desv = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - med)^2}{n}}$$

Compara los resultados con las funciones internas mean y std. Compara ahora el resultado de std con tu variable desv si la divides entre (n-1) en vez de n.

9. Implementar una función que tome como entrada una matriz cuadrada A y que devuelva la suma de todos los elementos de las 2 diagonales de dicha matriz. No utilizar la función *diag()*.

10. Implementa una función que dadas dos matrices A y B definidas como  $(a_{ij})_{m \times n}$  y  $(b_{ij})_{n \times p}$ , implemente la multiplicación de matrices  $C=A \cdot B$  mediante bucles, definida como  $(c_{ij})_{m \times p}$  donde  $c_{ij} = \sum_{r=1}^n a_{ir} \cdot b_{rj}$ .

11. Crea una función llamada *alcance\_bucle.m* que determine el alcance máximo horizontal y el tiempo máximo de un objeto lanzado con una velocidad inicial  $v_0$  y un ángulo  $\vartheta$ , *siendo ambos vectores de distinta longitud. Aplícalo* los ángulos de 10° a 90° saltando de 5° en 5° y una velocidad inicial del lanzamiento de 40 m/s a 60 m/s con un salto de 10 m/s.

## SECCIÓN 5. Depurador (esta sección es opcional)

1. Utiliza la funcionalidad del depurador de Matlab estudiando el comportamiento del código de la función *calcula\_phi.m*. Descarga del campus virtual *calcula\_phi.m* y *dibuja\_valores.m*. Ejecuta la *calcula\_phi(0.01)*

- Añade un punto de ruptura (*breakpoint*) en la línea 13.
- Ejecuta una introducción paso a paso (*Step*). ¿Cómo cambia el valor de phi y por qué?
- ¿Cómo va evolucionando el valor de E y por qué?
- Coloca un *breakpoint* en la línea 16: “*dibuja\_valores(iter,phi,'b\*')*”
  - ¿Qué diferencia observas entre *Step In* y *Step Out*?
  - ¿Y con *Continue*?

## SECCIÓN 6. Representación gráfica

1. Escribe la función *dibujo\_parabola.m* que muestre paso a paso en una figura la trayectoria del tiro parabólico para  $v_0$  40 m/s y  $\theta=45^\circ$  y para  $v_0$  igual a 60 m/s y  $\theta=60^\circ$ . En cada instante se mostrará con un círculo rojo la posición (x,y). Llama a alguna de las funciones anteriores. Usa la función *plot* y *hold on*

$$x = v_0 \cdot \cos(\theta) \cdot t \quad y = v_0 \cdot \sin(\theta) \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

- Añade el nombre de cada eje con *xlabel*, *ylabel* y el título de la figura con *title*
- Emplea los comandos de la ventana que contiene el gráfico para cambiar el grosor y el color de las líneas de las trayectorias.

2. Usa únicamente una sola figura para representar en diferentes paneles (usa subplot) las siguientes funciones. En el panel 1, dibujar la función  $y = e^{(-x^2)}$  en el intervalo [-2 2] empleando 100 datos equiespaciados y en los paneles 3 y 5, respectivamente, las funciones  $y = e^{(-\left(\frac{x}{2}\right)^2)}$  y  $y = e^{(-(2x)^2)}$ . Cada función debe ir en un color y en un estilo de línea diferente.

Añade sólo en la figura del panel 5 el comando `grid on`. En el panel 6 se representará la última función en escala logarítmica en uno de los ejes. En el panel 2 se representará la primera función empleando `stem`. En el panel 4 se representará la segunda función empleando `hist`. ¿Tiene sentido lo que observas?

3. Crear una función *dibujatriangulo* que tenga como argumento de entrada los 3 vértices de un triángulo y devuelva una figura con el triángulo dibujado.

4. Crea una función *dibujaMUC* que dibuje la trayectoria circular de una partícula conociendo su velocidad angular  $\omega$  y el radio de giro  $r$ . Recuerda el significado del periodo de un movimiento circular.

Las ecuaciones cartesianas son:

$$x = r \cdot \cos(\omega \cdot t) \quad y = r \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

(a) Añadir a la trayectoria en cada punto el vector velocidad con el comando *quiver*, mediante las ecuaciones de la velocidad:

$$v_x = x' = -r \cdot \omega \cdot \sin(\omega \cdot t) \quad v_y = y' = r \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

5 (Ejercicio complementario). Crea una función *dibujatrayectoria3D* que tenga como parámetros de entrada el radio  $r$  y la velocidad angular  $\omega$  y dibuje la trayectoria en 3 dimensiones de una partícula que describe un MCU en el plano XY moviéndose en el eje z con una velocidad constante  $v_z$ .

6. Crea una función *dibujatiroparabolico* que represente el tiro parabólico en 3D sabiendo que la función tiene como entrada los ángulos  $\phi$  y  $\theta$  de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$x = v_0 \cdot \cos(\theta) \cdot \cos(\phi) \cdot t \quad y = v_0 \cdot \cos(\theta) \cdot \sin(\phi) \cdot t \quad z = v_0 \cdot \sin(\theta) \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

A la hora de representar la función, emplea el comando *plot3* y *pause* para ir viendo cómo se dibuja la trayectoria parabólica. Calcula el alcance máximo en cada eje previamente y fija de antemano los valores de los ejes empleando los comandos *xlim*, *ylim* y *zlim* respectivamente.

7. Usando el Comando *meshgrid*, crea una retícula cuadrada en el intervalo  $x=[-1 \ 1]$   $y=[-2 \ 2]$  emplea para ello un paso de malla de valor 0.1. Crea una matriz de ceros del tamaño de las matrices que definen la retícula. Representa, empleando el comando *mesh*, la matriz de ceros creada sobre la retícula. Representa gráficamente la superficie  $z = e^{-(x^2+y^2)}$ . Dibuja las curvas de nivel usando el comando *contour*

### SECCIÓN 7. Entrada y salida

1. Usando el comando `fprintf` escribe en la pantalla el número pi con 10 decimales. Mira previamente las opciones de formato de `fprintf`.

2. Usando `fprintf` escribe el número e con 2 decimales en una línea y con 8 decimales en la siguiente.

3. Sea la variable  $x = 174$ , usa `fprintf` para ver en una sola línea en pantalla el valor de  $x$  como:

- un entero (%d),
- un entero reservando 4 columnas (%4d)

- un entero, reservando 4 columnas y rellenando con 0's (%04d)
  - un entero con signo (%+d)
  - un número real con 2 decimales (%.2f)
  - un número real en notación científica (%e)
4. Usa el comando `input` para asignar el valor 222 a una variable. Pregunta a continuación por el valor de dicha variable en la línea de comando de matlab.
5. Crear un programa que, dado un número introducido por el usuario, devuelva por pantalla la tabla de multiplicar del número introducido.
6. Crea cinco vectores aleatorios denominados `v1`, `v2`, `v3`, `v4` y `v5`, a continuación guarda su contenido en un fichero usando el comando `save` de las tres siguientes formas:
- (a) Los vectores `v` deben tener la misma dimensión, ejecuta `>> save ale1.txt v* -ascii`, donde el nombre del fichero es `ale1.txt` en este fichero se almacenará la información contenida en todas las variables que empiezan por `v` y su formato será legible por eso se usa la opción `-ascii`. Usa `type` para visualizar el contenido de este fichero. Recupera la información usando `load`, es decir ejecuta `>> load ale1.txt` y asigna, por ejemplo, a una variable vectorial a el contenido de la segunda fila de las columnas de las 2 a la 4 ejecutando `>>a=ale1(2,[2:4])`. Borra el fichero usando `>>delete ale1.txt`
- (b) Los vectores `v` deben tener diferente longitud. Al usar `load` verás que no es posible utilizarlo. Ejecuta las siguientes órdenes `>>save ale2 v* %no lo graba en formato legible ya que no usas la opción -ascii`, el fichero sin extensión se llamará `ale2` y `v*` indica, como sabes, que se grabaran en este fichero las variables que comienzan con `v`, `>>clear v* % para borrar todas las variables que empiezan por v del workspace`, `>> who %para ver si existen variables que comienzan con v`, `>> dir ale* % para ver los ficheros que comienzan con ale`, ¿qué ves?, `>>load ale %recupera información junto con asignación`, `>>v1 %verás que recupera la información asignada a v1`.
- (c) Volvemos a generar cinco vectores de longitud diferente y grabamos su información legible en un fichero `ale3.txt` con `save`. Si usas `load` no podrás recuperar la información. Vete a la pestaña de File y activa la opción Import Data hasta terminar. Mira si existe alguna variable con el nombre `ale3` en el workspace y visualiza su contenido, ¿qué ves?, ¿podrías utilizar la información que contiene?

Ayuda en el uso de `fopen`, `fprintf` y `fclose` en ficheros de texto.

<code>fid=fopen('nombrefichero','modo')</code>	<p><b>fid</b> es el identificador del fichero que se utilizará en el resto de las operaciones. Es un número natural que asigna matlab al nombre del fichero que le hayamos dado en <i>nombrefichero</i>. Es decir, <i>fid</i> es un nombre de variable a la que se le va a asignar el anterior valor numérico, de tal forma que internamente matlab sabe que el número asignado a <i>fid</i> se refiere al <i>nombrefichero</i>.</p> <p><b>modo.</b> son las opciones identificativas del fichero</p>
--	---

	<p>r – se refiere a un fichero existente del que se va a leer la información que contiene.</p> <p>w– fichero que queremos crear. Si nos equivocamos y existiera se borraría toda su información.</p> <p>rt para leer el fichero en modo texto, es decir, legible</p> <p>wt para escribir un fichero en modo texto-</p>
<b>fclose(fid)</b>	Cierra el fichero identificado con fid
Ejemplo: <b>fprintf</b> (fid, 'El valor es: %8.2f\n', y)	<p>Escribe en el fichero identificado con fid una cadena de caracteres, el valor de la variable y según el formato indicado y finalmente salta de línea.</p> <p>La orden fprintf sólo se usara para crear ficheros con modo w.</p>
<p>Ejemplo: [A,contador]=<b>fscanf</b>(fid,'formato')</p> <p>Ejemplo: [A,contador]=<b>fscanf</b>(fid,'formato',[14 inf])</p>	<p><b>fscanf</b> sirve para ver la información de tipo texto, es decir legible, que contiene el fichero identificado con fid. Esta información se almacena en un vector A y en contador se almacena el número total de datos que contiene el fichero.</p> <p>La opción [14 inf] estructura la variable A como una matriz de 14 filas hasta el final de los datos</p>

## SECCIÓN 8. Formato IEEE754 y errores

1. Un algoritmo es inestable cuando los errores de redondeo se acumulan degradando la exactitud del resultado final, a pesar de que en aritmética exacta el algoritmo sea correcto. La sucesión siguiente es un ejemplo de algoritmo numérico inestable,

$$x_{n+2} = \frac{13}{3}x_{n+1} - \frac{4}{3}x_n, \text{ tomando como valores iniciales } x_0 = 1, x_1 = \frac{1}{3}$$

Se puede comprobar que el término general de esta sucesión es igual a:

$$x'_n = \left(\frac{1}{3}\right)^n = \frac{1}{3}x'_{n-1}$$

Si suponemos que  $x'_n$  son los valores exactos de la sucesión se puede estimar el error de redondeo de  $x_n$ . Escribir un programa en MATLAB (.m) que resuelva esta sucesión y visualice en pantalla, desde  $n$  igual a 1 hasta 20 iteraciones,  $x_n$ ,  $x'_n$ , el error absoluto  $|x_n - x'_n|$  y el error relativo  $\left|\frac{x_n - x'_n}{x'_n}\right|$ . Escribe el programa y los resultados que obtienes.

2. Matlab utilizan el formato IEEE754 en doble precisión para la representación de números reales:

- Teniendo en cuenta que la mantisa es de 52 bits, corroborar que la precisión del

## Laboratorio de Computación Científica – Curso 2020/2021

computador es  $\text{eps}=2^{-52}$

- b. Realiza la siguiente operación  $a=1+2^{-52}$ ,  $b=1-a$ . ¿Qué valor se obtiene? ¿Por qué?
- c. Realiza la siguiente operación  $a=1+2^{-53}$ ,  $b=1-a$ . ¿Qué valor se obtiene? ¿Por qué? ¿Qué tipo de error se produce y por qué?
- d. Ejecuta el siguiente script. ¿Son correctos los resultados? Razona tu respuesta

```
k=1;
while ((1.0+2^(-k))>1.0)
    k=k+1;
end
fprintf(1,'El número de bits de la mantisa es %d\n', k-1);
fprintf(1,'El eps calculado es %e\n', 2^-(k-1));
```

- e. ¿Qué tipo de errores se producen cuando se teclea las siguiente cantidades  $10^{308}$  y  $10^{309}$ ?

### Números en binario (EJERCICIOS OPTATIVOS)

**3. (Opcional)** Crea la función `dec2bin_entero` que ante la entrada de un número natural devuelva un vector con el contenido de los números en binario. Usa las funciones internas `mod` y `floor`. Ejemplo:

```
>> dec2bin_entero(19)
ans =

    1    0    0    1    1
```

**4. (Opcional)** Crea la función `bin2dec_entero` que realice el funcionamiento inverso, dado un vector en binario devuelva su valor en decimal.

```
>> bin2dec_entero([1 0 0 1 1])
ans =

    19
```

**5. (Opcional)** Crea la función `dec2bin_decimal` que ante la entrada de un numero fraccionario (sin parte entera, es decir, decimal positivo y menor que cero) y devuelva un vector con el contenido de los números en binario. Ejemplo:

```
>> dec2bin_decimal(0.125)
ans =

    0    0    1
```

**6 (Opcional).** Crea la función `dec_to_ieee754` que implemente la conversión al formato IEEE754 en simple precisión y normalización 1.m. La función tendrá la siguiente cabecera `[ieee, signo, mantisa, ex]=dec_ieee754(x)` donde:

- `ieee` es el vector con el número codificado en dicho formato
- `signo` corresponde al bit de signo en dicho formato
- `mantisa` corresponde al vector mantisa en dicho formato
- `exponente` corresponde al campo exponente en dicho formato

```
>> [i,s,m,e] = dec_to_ieee754(-0.125)
i = 1 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
s = 1
m = 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
e = 0 1 1 1 1 1 0 0
```

Esta función debe llamar a las funciones que previamente has creado: `dec2b_decimal`, `dec2bin_entero.m`

**7 (Opcional).** Crear la función análoga `ieee754_to_dec` que dado un número en formato IEEE754 en simple precisión devuelva el número convertido en decimal. Llama a tu función `bin2dec_entero.m`