Práctica 1. Introducción a Matlab

1. ¿Qué es Matlab?

La primera versión de Matlab data de los años 70, y fue diseñada como herramienta de apoyo para los cursos de *Teoría de Matrices*, *Álgebra Lineal* y *Análisis Numérico*. El nombre Matlab es un acrónimo: "MATrix LABoratory". Hoy en día, Matlab es un programa muy potente, con un entorno agradable, que incluye herramientas de cálculo científico y técnico y de visualización gráfica, así como un lenguaje de programación de alto nivel.

2. Operaciones elementales y variables

La forma de representar números y de operar de Matlab es la misma que la de las calculadoras de bolsillo. Por ejemplo:

`3` `-99` `.001` `9.63` `1.62e-020`

Observa que se usa el punto como separador decimal, en lugar de la coma. Las operaciones usuales se realizan con los mismos símbolos y en la misma secuencia que en las calculadoras.

suma	resta	multiplicación	división	potencia
`a+b`	`a-b`	`a*b`	`a/b`	`a^b`

Para que Matlab ejecute una orden, es preciso pulsar la tecla **Intro** ↩ . Por ejemplo, para calcular el valor de $3 + 5 \times 2 + 1$, se ejecuta la instrucción

```
>> 3+5*2+1
```

Y se obtiene como respuesta

```
ans =
14
```

Esto quiere decir que el resultado se ha almacenado en la variable `ans`. En cambio,

```
>> s=(3+5)*2+1
```

indica a Matlab que el resultado de esa operación ha de guardarse en la variable `s`. Observa la diferencia con el caso anterior, los paréntesis alteran el valor.

2.1. Reglas para nombrar variables

- El nombre de una variable puede tener como máximo 63 caracteres (31 en versiones anteriores), que pueden ser letras, números y el guión de subrayar (_).
- El primer carácter tiene que ser una letra. `lado2` es un nombre válido, pero no lo es `2lado`.
- Se distingue entre mayúsculas y minúsculas: la variable `Base` es distinta de la variable `base`.
- Dentro de un nombre de variable no puede haber espacios en blanco: `lado1` es válido, pero no `lado 1`.
- Existen nombres que deben evitarse, porque tienen significado propio en Matlab: `ans`, `pi`, `Inf`, ...

2.2. Signos de puntuación y movimientos del cursor

- Se pueden definir varias variables en una misma línea si se separan por comas. Por ejemplo:

```
>> base = 2, altura = 3, area = base * altura
```

- También se pueden separar mediante punto y coma. En ese caso se ejecuta la orden pero el resultado no aparece en la ventana de comandos:

```
>> base = 5; altura = 2; area = base * altura
```

- El símbolo tanto por ciento % sirve para escribir comentarios a continuación.
- Las teclas arriba y abajo permiten recuperar líneas anteriores y posteriores a la actual.
- las teclas izquierda y derecha permiten moverse a derecha e izquierda en una línea para hacer modificaciones. También pueden usarse las teclas de Inicio y Fin. para ir al comienzo y al final de una línea respectivamente.

3. El escritorio

La ventana de MATLAB muestra un escritorio dividido en varias partes, (si no aparece así, se puede seleccionar con Dekstop → Dekstop Layout → Default):

- **Command Window** es la ventana donde se escriben las órdenes.
- La ventana **Workspace** proporciona diversa información sobre las variables utilizadas.
- La ventana anterior puede alternarse con la ventana **Current Directory** que muestra el contenido del directorio actual.
- Todas las órdenes quedan registradas en el **Command History**.

Si queremos borrar la ventana de órdenes (**Command Window**) podemos hacerlo utilizando la orden `clc`; hay que tener en cuenta que esto no afecta a las variables que ya estén en uso.

Si hacemos doble clic en una línea del **Command History** se ejecuta dicha línea en la ventana de comandos. Si hacemos un clic y arrastramos la línea con el ratón, podremos corregirla antes de ejecutarla.

4. Cómo encontrar ayuda

Las órdenes `doc` y `helpwin` sirven para obtener información sobre un tema concreto. Por ejemplo,

```
>> help sin
>> doc sin
```

proporcionan información sobre `sin`, es decir la función seno.

Si no se conoce la orden exacta sobre la que deseamos ampliar la información, se puede escribir simplemente `doc` para abrir una ventana de ayuda en la que aparecerán, entre otras cosas, una lista de temas, un índice de términos y un buscador de palabras. Si no conoces el nombre de una función en Matlab, puedes escribir `help elfun` y obtendrás una lista de funciones elementales. De todas formas, en esta práctica veréis una lista de las funciones más comunes.

5. Formatos

Cuando MATLAB presenta los resultados, elige por defecto un formato con 3 dígitos como máximo para la parte entera y 4 como máximo para la parte decimal; si el número que se quiere mostrar necesita más dígitos, se utiliza la *notación exponencial*. Esta es la opción *short* de la orden `format`. Por ejemplo:

```
>> format short
>> pi
ans =
3.1416
```

Prueba con

```
>> 10*pi
>> 100*pi
>> 1000*pi
```

Observar que la letra **e** entre dos números significa el primer número multiplicado por 10 elevado al segundo:

```
>> 2e3
>> 2e-3
```

Los formatos que más utilizaremos son:

`format short`	3 dígitos como máximo para la parte entera y 4 como máximo para la parte decimal; si el número es mayor se pasa a la notación exponencial.
`format long`	2 dígitos para la parte entera y 15 para la decimal; si el número es mayor se pasa a la notación exponencial.

Existen otras formas de presentación de resultados que puedes consultar con `doc format`. Independientemente del formato con el que se muestra un cálculo en pantalla, el ordenador realiza todos los cálculos con 16 cifras significativas.

6. Algunas funciones matemáticas

MATLAB dispone de una gama muy completa de funciones —con la orden `doc elfun` se puede obtener la lista completa— que se corresponden con las funciones matemáticas más utilizadas. Algunos ejemplos de estas funciones son:

Notación científica	Nombre en MATLAB	Significado
$\lvert x\rvert$	`abs(x)`	valor absoluto de x
$\operatorname{sen} x$	`sin(x)`	seno de x
$\cos x$	`cos(x)`	coseno de x
$\tan x$	`tan(x)`	tangente de x
$\operatorname{arc\,sen} x$	`asin(x)`	arcoseno de x
$\arccos x$	`acos(x)`	arcocoseno de x
$\arctan x$	`atan(x)`	arcotangente de x
e^x	`exp(x)`	exponencial de x
$\ln x$	`log(x)`	logaritmo en base e de x
$\sqrt{x}$	`sqrt(x)`	raíz cuadrada de x

En las funciones trigonométricas de esta lista, el ángulo siempre se expresa en radianes. Existen variantes que permiten expresar el ángulo en grados sexagesimales (consultése por ejemplo la orden `sind`).

Por ejemplo, para calcular $sen(\pi/2)$, e^4 y $\sqrt{2}$ escribimos:

```
>> sin(pi/2)
>> exp(4)
>> sqrt(2)
```

7. Expresiones simbólicas

Las capacidades de MATLAB se pueden ampliar instalando diversos módulos (*toolboxes*). Uno de ellos, denominado SYMBOLIC MATH TOOLBOX, permite realizar cálculo simbólico, es decir, permite manipular las variables sin necesidad de utilizar sus aproximaciones numéricas.

Para utilizar el módulo de cálculo simbólico SYMBOLIC MATH TOOLBOX es necesario crear unos *objetos simbólicos* que representan a las variables simbólicas. Por *abuso* del lenguaje, a los *objetos simbólicos* de MATLAB también se les llama *variables simbólicas*.

Entre otras, el módulo SYMBOLIC MATH TOOLBOX permite realizar las tareas siguientes:

`syms x y z`	Crea las variables simbólicas `x`, `y`, `z`.
`solve(Expr)`	Calcula *ceros* de `Expr`.
`solve(Expr,z)`	Calcula los valores de `z` que anulan a `Expr`.
`subs(S,x,a)`	Sustituye en la expresión simbólica `S` la variable `x` por `a`.
`pretty(S)`	Presenta de forma "elegante" la expresión S.
`double(S)`	Calcula el valor numérico en una expresión simbólica.
`expand(S)`	Desarrolla la expresión `S` como producto de sus factores.
`factor(S)`	Factoriza, si es posible, la expresión `S`.
`simplify(S)`	Simplifica una expresión simbólica.

7.1. Ejemplo

1. Resuelve la ecuación $x^3 + 3x^2 - 4 = 0$.

   El ejercicio consiste en calcular los *ceros* de $p(x) = x^3 + 3x^2 - 4$.

```
>> syms x
>> p = x^3+3*x^2-4;
>> solve(p,x)
```

2. Utiliza `factor` para factorizar el polinomio p del ejercicio anterior.

```
>> factor(p)
```

   ¿Era de esperar este resultado?

3. Calcula el valor del polinomio p en $x = \sqrt{2}$.

```
>> s1 = subs(p,x,sqrt(2))
```

7.2. Ejemplo

Resuelve la ecuación de segundo grado

$$ax^2 + bx + c = 0, \quad \text{con } a, b, c \in \mathbb{R}.$$

```
>> syms x a b c
>> E = a*x^2+b*x+c
>> s=solve(E,x)      % nos da las dos soluciones
>> pretty(s)         % muestra de forma más clara las expresiones
```

Nótese la importancia de precisar cuál es la variable que se desea despejar:

```
>> s=solve(E,b)      % ¡cuidado! aquí despeja b
```

7.3. Ejemplo

Desarrolla el polinomio $p(x) = 2(x-1) - 2(x-1)^2 + (x-1)^3$ en potencias de x. Factoriza el polinomio y calcular sus raíces.

```
>> syms x
>> p = 2*(x-1) - 2*(x-1)^2 + (x-1)^3
>> pretty(p)
>> p = expand(p)
>> factor(p)
>> solve(p)
   ans =
      1
      2+i
      2-i
```

Esto quiere decir que el polinomio p tiene la raíz real 1 y las raíces complejas $2+i$ y $2-i$ (que son conjugadas).

7.4. Ejemplo

Sean $f(x) = x^2 + 1$ y $g(x) = x^3 + 2x - 3$. Calcula $f+g$, $f-g$, $f \cdot g$, f/g, f^{-1}, $g \circ f$ y $f \circ g$.

```
>> syms x
>> f=x^2+1;
>> g=x^3+2*x-3;
>> f+g
>> f-g
>> f*g
>> f/g
>> finverse(f)   % calcula la funcion inversa de f
>> compose(g,f)  % calcula g compuesta con f
>> compose(f,g)  % calcula f compuesta con g
```

Observa que al calcular la inversa de f nos advierte de que esta inversa no es única (f no es inyectiva).

7.5. Ejemplo

Sea $f = xe^{x^2-1}$. Calcula $f(2)$, $f(-5)$ y $f(2)\times f(-5)$.

Podemos resolverlo utilizando variables simbólicas (izquierda) o variables numéricas (derecha):

```
>> syms x
>> f=x*exp(x^2-1);
>> a=subs(f,x,2)
>> b=subs(f,x,-5)
>> a*b
```

```
>> x=2;
>> a=x*exp(x^2-1)
>> x=-5;
>> b=x*exp(x^2-1)
>> a*b
```

8. Ejercicios

1. Realiza las siguientes operaciones:

   a) $\dfrac{10000}{400+6\cdot 500}$ *Sol:* 2.9412

   b) $270^{\frac{1}{3}}(690+876)$ *Sol:* 10121.53

   c) $\dfrac{500\,(645+7843)}{45+9}$ *Sol:* 78592.59

   d) $\dfrac{21+78}{43^{\frac{1}{2}}+80^3}$ *Sol:* 0.00019336

2. Calcula el valor de las siguientes funciones en los puntos que se indican:

   a) $f(x) = \dfrac{x^2}{6x+x^3}$ en $x=1$ y $x=-0.5$ *Sol:* $0.1429,\ -0.0800$

   b) $f(x) = \dfrac{\operatorname{sen} x}{1+\cos x}$ en $x=2$ y $x=2°$. *Sol:* $1.5574,\ 0.0175$

   c) $f(x) = \ln|x+2|$ en $x=4$, $x=-2$ y $x=-10$. *Sol:* 1.7918, tiende a $-\infty$, 2.0794

   d) $f(x) = \dfrac{e^x}{e^{2x+1}}$ en $x=5$ y $x=-2$. *Sol:* $0.0025,\ 2.7183$

3. Resuelve las ecuaciones:

   a) $x^3-3x+2=0$ *Sol:* $1, 1, -2$

   b) $x^4-2x+1=0$ *Sol:* $1, 0.5437, -0.7718+1.1151i, -0.7718-1.1151i$

   c) $\ln(x^2-1)=1$ *Sol:* $-1.9283, 1.9283$

   d) $\operatorname{sen} x = -1$ *Sol:* $\{-\pi/2+2k\pi; k\in\mathbb{Z}\}$

4. Sean $f(x) = x\operatorname{sen} x$, $g(x) = x^2-1$ y $h(x) = e^{x+3}$. Calcula:

   a) $h\circ g\circ f$ *Sol:* $e^{x^2\operatorname{sen}^2 x+2}$

   b) $f\circ g\circ h$ *Sol:* $(e^{2(x+3)}-1)\operatorname{sen}(e^{2(x+3)}-1)$

   c) $h^{-1}\circ h$ *Sol:* x

   d) $(f+g)\circ h$ *Sol:* $e^{(x+3)}\operatorname{sen} e^{(x+3)}+e^{2(x+3)}-1$

   e) $f\circ(g+h)$ *Sol:* $(x^2-1+e^{x+3})\operatorname{sen}(x^2-1+e^{x+3})$

   f) $f(2)\times g(3)$ *Sol:* 14.5488

   g) $(f(1)+g(4))\times h(4)$ *Sol:* 17372.28