

# LABORATORIO 1: INTRODUCCIÓN A MATLAB

## SEÑALES Y SISTEMAS

Samuel Rey Escudero

[samuel.rey.escudero@urjc.es](mailto:samuel.rey.escudero@urjc.es)

Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones - Universidad Rey Juan Carlos  
(Actualizado el 25 de febrero de 2019)

Grado en Ingeniería Aeroespacial en Vehículos Aeroespaciales

## Introducción a MATLAB

- ¿Qué es MATLAB?
- Interfaz de trabajo

## Sintaxis en MATLAB

- Operaciones básicas
- Bucles y estructuras de control
- Ayuda y depurador

## Uso de scripts

## Ejercicios

## Bibliografía

### Introducción a MATLAB

- ¿Qué es MATLAB?
- Interfaz de trabajo

### Sintaxis en MATLAB

- Operaciones básicas
- Bucles y estructuras de control
- Ayuda y depurador

### Uso de scripts

### Ejercicios

### Bibliografía

## ¿Qué es MATLAB?

- ▶ **MATLAB (MATrix LABoratory)** es un lenguaje de alto nivel para computación e ingeniería basado en el manejo de matrices, además de ser el nombre del propio software que lo integra.
- ▶ De hecho, esta herramienta, dada su potencia, se considera casi estándar para realizar cálculos de una manera relativamente simple.
- ▶ Desde el punto de vista de las Señales y Sistemas, MATLAB se puede considerar como un entorno matemático de simulación, con el cual vamos a poder implementar modelado y análisis de sistemas de diferente índole.

## Aplicaciones de MATLAB

- ▶ Matemáticas y computación.
- ▶ Desarrollo de algoritmos.
- ▶ Modelado, simulación y prototipado.
- ▶ Análisis de datos, exploración y visualización.
- ▶ Desarrollo de aplicaciones.

MATLAB dispone de conjuntos de funciones específicas para diferentes ámbitos, denominadas *toolbox*. También, podemos crear *toolboxes* adicionales específicas de nuestro proyecto, las cuales pueden “llamar” a funciones internas de MATLAB o a alguna de sus *toolboxes* básicas.

Introducción a  
MATLAB

¿Qué es MATLAB?  
Interfaz de trabajo

Sintaxis en MATLAB

Operaciones básicas  
Bucles y estructuras de control  
Ayuda y depurador

Uso de scripts

Ejercicios

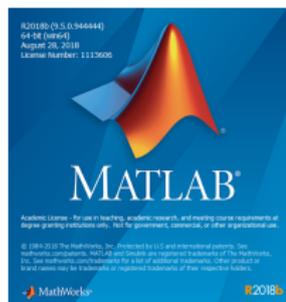
Bibliografía

## Interfaz de trabajo

- ▶ Para abrir MATLAB, haremos click en el acceso directo disponible en el Escritorio o en el menú Inicio.



(a) Acceso directo



(b) Carga de MATLAB

Introducción a  
MATLAB

¿Qué es MATLAB?

Interfaz de trabajo

Sintaxis en MATLAB

Operaciones básicas

Bucles y estructuras de  
control

Ayuda y depurador

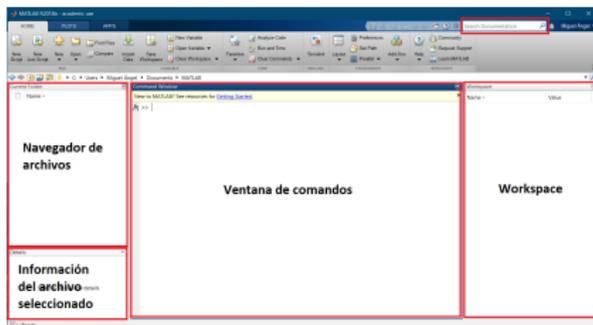
Uso de scripts

Ejercicios

Bibliografía

## Interfaz de trabajo

- ▶ Una vez MATLAB cargue, nos encontraremos con una pantalla como la siguiente.



**Figura:** Pantalla principal de MATLAB

- ▶ La interfaz de MATLAB se divide en varias zonas:
  - ▶ **Workspace:** aquí se almacenan las variables con las que estamos trabajando.
  - ▶ **Ventana de comandos:** aquí podremos ejecutar comandos directamente (funciones básicas, o de un toolbox).
  - ▶ **Navegador de archivos:** aquí podremos ver qué funciones u otro material tenemos en la carpeta de trabajo.
  - ▶ **Detalles:** en el apartado detalles podemos ver información sobre un archivo seleccionado en el navegador.
  - ▶ **Documentación:** introduciendo el nombre de una función en la barra de búsqueda accederemos a la ayuda de MATLAB.

Introducción a  
MATLAB

¿Qué es MATLAB?

Interfaz de trabajo

Sintaxis en MATLAB

Operaciones básicas

Bucles y estructuras de  
control

Ayuda y depurador

Uso de scripts

Ejercicios

Bibliografía

## Introducción a MATLAB

- ¿Qué es MATLAB?
- Interfaz de trabajo

## Sintaxis en MATLAB

- Operaciones básicas
- Bucles y estructuras de control
- Ayuda y depurador

## Uso de scripts

## Ejercicios

## Bibliografía

## Introducción a MATLAB

- ¿Qué es MATLAB?
- Interfaz de trabajo

## Sintaxis en MATLAB

- Operaciones básicas
- Bucles y estructuras de control
- Ayuda y depurador

## Uso de scripts

## Ejercicios

## Bibliografía

## Operaciones básicas

### ► Comentarios:

```
% This is a comment, it starts with a "%"
```

### ► Aritmética simple:

```
y = 5*3 + 2^2; % simple arithmetic
```

### ► Crear vectores:

```
x = [1 2 4 5 6]; % create the vector "x"
```

```
x = 1:0.5:3; % create a vector from 1 to 3 using 0.5 intervals
```

### ► Multiplicar los elementos de dos vectores 1 a 1:

```
x_mult = [6 5 3 7 1]; % create the vector "x_mult"
```

```
y_mult = x.*x_mult; % multiply each element one-by-one
```

### ► Potencias y raíces:

```
x1 = x.^2; % square each element in x
```

```
x2 = sqrt(x); % square root each element in x
```

### ► Crear vectores a partir de otros:

```
x3 = x(1:3); % Select first 3 elements in x
```

### ► Crear números complejos:

```
z = 1+1i; % Create a complex number
```

```
a = real(z); % Pick off real part
```

```
b = imag(z); % Pick off imaginary part
```

Introducción a  
MATLAB

¿Qué es MATLAB?  
Interfaz de trabajo

Sintaxis en MATLAB

Operaciones básicas  
Bucles y estructuras de  
control  
Ayuda y depurador  
Scripts  
Uso de scripts

Ejercicios

Bibliografía

## Operaciones básicas

- ▶ Generar vectores de tiempo:

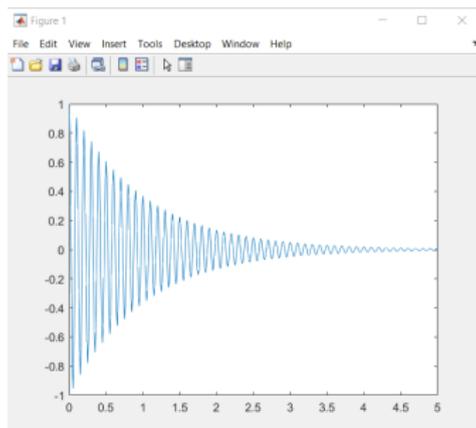
```
t = 0:0.01:5; % Generate sampled time
```

- ▶ Crear modelos de señal:

```
x4=exp(-t).*cos(2*pi*10*t); % Generate a discrete signal
```

- ▶ Graficar señales:

```
plot(t, x4); % Plot points
```



**Figura:** Señal obtenida con "x4"

Introducción a  
MATLAB

¿Qué es MATLAB?  
Interfaz de trabajo

Sintaxis en MATLAB

Operaciones básicas  
Bucles y estructuras de  
control  
Ayuda y depurador

Uso de scripts

Ejercicios

Bibliografía

## Bucles y estructuras de control

### ► Bucle *for*:

```
sum_value = 0;  
for i=1:100  
sum_value = sum_value+i;  
end
```

### ► Bucle *while*:

```
i = 1;  
sum_value = 0;  
while i<=100  
sum = sum+i;  
i = i+1;  
end
```

### ► Estructura de control *if*:

```
if i==5  
a = i*2;  
else  
a = i*4;  
end
```

### ► Estructura de control *switch*:

```
switch i  
case 5  
a = i*2;  
otherwise  
a = i*4;  
end
```

Introducción a  
MATLAB

¿Qué es MATLAB?  
Interfaz de trabajo

Sintaxis en MATLAB

Operaciones básicas  
Bucles y estructuras de  
control  
Ayuda y depurador

Uso de scripts

Ejercicios

Bibliografía

## Ayuda

- ▶ Aunque estas diapositivas contienen una introducción muy rápida al entorno que ofrece MATLAB, el propio software incluye una amplísima documentación sobre cada una de las funciones y *toolboxes* que contiene.
- ▶ Tenemos 2 formas de acceder a la ayuda:
  - ▶ Introduciendo el nombre de una función u operador en la barra de búsqueda de documentación, o escribiendo `doc` y el nombre de la función en la ventana de comandos (p. ej. `doc sum`). Si escribimos solo `doc` accederemos a la ventana principal de la ayuda de MATLAB. Aquí se encuentran tanto la ayuda básica como tutoriales.
  - ▶ Escribiendo `help` y el nombre de la función en la ventana de comandos (p. ej. `help sum`). De esta forma, accedemos a una ayuda simplificada de la función buscada.

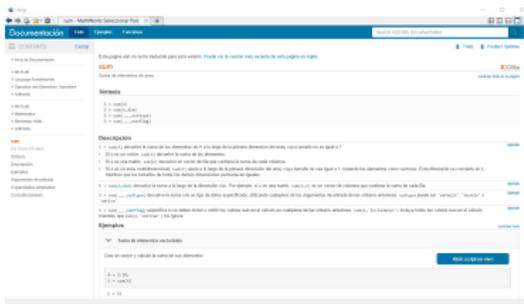


Figura: Sección de ayuda de MATLAB

## Depurador

- ▶ Dado que MATLAB es un lenguaje de programación interpretado, no disponemos de sistemas avanzados de control de sintaxis.
- ▶ Por tanto, es muy probable de que nos percatemos de posibles errores durante la ejecución final de nuestro programa.
- ▶ Para encontrar puntos con fallos, podemos utilizar *breakpoints* y utilizar el modo de depuración para parar el programa en la zona donde creemos que hay un error, e inspeccionar las variables que se generan.
- ▶ Utilizando la opción *step* podemos avanzar línea a línea y comprobar lo que sucede en su ejecución.

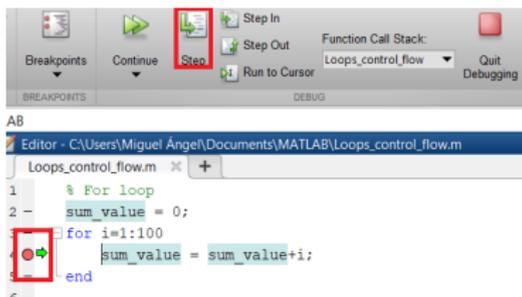


Figura: Modo de depuración habilitado al introducir un *breakpoint*

Introducción a  
MATLAB

¿Qué es MATLAB?  
Interfaz de trabajo

Sintaxis en MATLAB

Operaciones básicas  
Bucles y estructuras de  
control

Ayuda y depurador

Uso de scripts

Ejercicios

Bibliografía

## Introducción a MATLAB

- ¿Qué es MATLAB?
- Interfaz de trabajo

## Sintaxis en MATLAB

- Operaciones básicas
- Bucles y estructuras de control
- Ayuda y depurador

## Uso de scripts

## Ejercicios

## Bibliografía

## Introducción a MATLAB

- ¿Qué es MATLAB?
- Interfaz de trabajo

## Sintaxis en MATLAB

- Operaciones básicas
- Bucles y estructuras de control
- Ayuda y depurador

## Uso de scripts

## Ejercicios

## Bibliografía

# Uso de scripts

- ▶ Una forma muy útil de ejecutar comandos de manera consecutiva, sin tener que escribirlos una y otra vez en la ventana de comandos, es mediante el uso de **scripts**.
- ▶ Para crear un *script*, pulsaremos en el botón *New* de la ventana principal de MATLAB, obteniendo una pantalla similar a la mostrada a continuación.

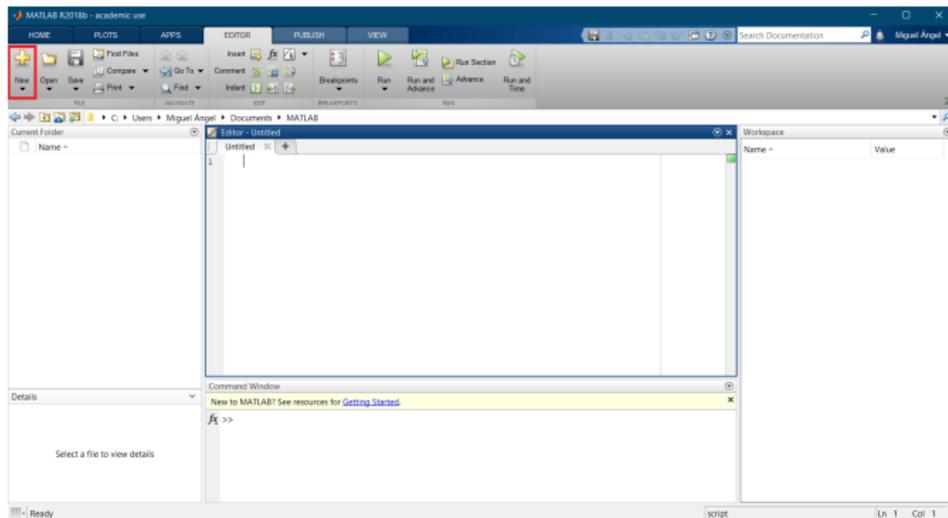


Figura: Script vacío

## Señal sinusoidal

- ▶ En el script *Sinusoidal\_signal\_code.m* podemos encontrar un código que genera una señal sinusoidal de  $f = 3\text{Hz}$ , de duración igual a  $t = 3\text{s}$ .
- ▶ Modifique los valores de las variables *dur\_sig*, *f\_signal* y *fs*, utilizando valores mayores y menores a los dados por defecto. ¿Qué efecto tienen en la gráfica mostrada? ¿Por qué ocurre esto?
- ▶ En la leyenda se ha indicado que la línea continua es "pseudocontinua". ¿Qué sentido tiene esto?

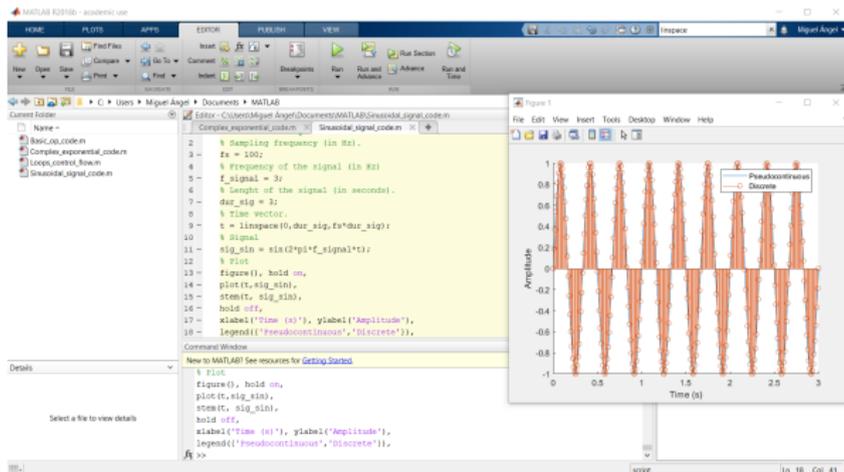


Figura: Ejemplo de señal sinusoidal.

## Introducción a MATLAB

¿Qué es MATLAB?  
Interfaz de trabajo

## Sintaxis en MATLAB

Operaciones básicas  
Bucles y estructuras de control  
Ayuda y depurador

## Uso de scripts

## Ejercicios

## Bibliografía

## Introducción a MATLAB

¿Qué es MATLAB?  
Interfaz de trabajo

## Sintaxis en MATLAB

Operaciones básicas  
Bucles y estructuras de control  
Ayuda y depurador

## Uso de scripts

## Ejercicios

## Bibliografía

## Ejercicio 1

- ▶ Completar el script *Discrete\_periodic\_signal.m* para:
  - ▶ Simular un intervalo de tiempo continuo entre [0,20] como  $t=0:0.01:20$ .
  - ▶ Generar el intervalo de tiempo discreto [0,20] como  $n=0:20$ .
  - ▶ Dibujar las señales  $\cos(\omega t)$  y  $\cos(\omega n)$  para los distintos valores de  $\omega \in \{0.2\pi, 2, 2.5\}$ . ¿Son todas periódicas?
- ▶ Recuerde que una señal discreta es periódica slo si  $\omega$  puede expresarse como :

$$\omega = 2\pi \frac{k}{N}$$

con k y N números enteros.

## Ejercicio 2

- ▶ Utilizando el mismo script *Sinusoidal\_signal\_code.m*, calcular el valor medio, energía y potencia de la señal sinusoidal. Comprobar los cálculos de forma analítica.
- ▶ Volver a calcular dichos parámetros, pero sumando 5 a la señal.
- ▶ Calcular finalmente los mismos parámetros, aumentando el valor de `dur_sig`. ¿Qué ocurre con los valores de valor medio, potencia y energía? ¿Por qué?
- ▶ Ayuda:
  - ▶ Calcular implementando la **definición discreta** de valor medio, energía y potencia de una señal periódica.
  - ▶ Para facilitar los cálculos, tanto analíticos como computacionales, utilizar estos parámetros en el script: `fs=20`, `f_signal = 1` y `dur_sig = 1/f_signal`. Con esto, reducimos la frecuencia de la señal a 1Hz, su duración a un único periodo, y utilizamos solamente 20 valores para hacer los sumatorios.
  - ▶ Buscar información sobre las funciones `sum`, `length` y `abs`, y cómo aplicarlas para calcular estos parámetros.
- ▶ Abrir el script *Complex\_exponential\_code.m* y explicar qué ocurre si se varían los parámetros `f_0`, `A` y `phi`.

Introducción a  
MATLAB

¿Qué es MATLAB?  
Interfaz de trabajo

Sintaxis en MATLAB

Operaciones básicas  
Bucles y estructuras de  
control  
Ayuda y depurador

Uso de scripts

Ejercicios

Bibliografía

## Ejercicio 3

Utilizando el script *signal\_transformations.m*, que representa una señal exponencial de exponente negativo que sigue la expresión:

$$x[n] = e^{-n}u[n]$$

- ▶ Calcular y representar las siguientes transformaciones.
  - ▶ Desplazamiento temporal:  $x[n + 1]$
  - ▶ Inversión temporal:  $x[-n + 1]$
  - ▶ Escalado temporal (diezmado e interpolación):  $x[2n]$  y  $x[\frac{1}{2}n]$
- ▶ Comprobar estas transformaciones analíticamente.
- ▶ Calcular los parámetros de valor medio, potencia y energía de  $x[n]$ . ¿Qué ocurre con los valores de dichos parámetros si aumentamos el valor de `max_time` a 100 y 500? ¿Por qué ocurre esto?

## Introducción a MATLAB

- ¿Qué es MATLAB?
- Interfaz de trabajo

## Sintaxis en MATLAB

- Operaciones básicas
- Bucles y estructuras de control
- Ayuda y depurador

## Uso de scripts

## Ejercicios

## Bibliografía

### Introducción a MATLAB

- ¿Qué es MATLAB?
- Interfaz de trabajo

### Sintaxis en MATLAB

- Operaciones básicas
- Bucles y estructuras de control
- Ayuda y depurador

### Uso de scripts

### Ejercicios

### Bibliografía

- ▶ Documentación oficial de MATLAB.  
<https://es.mathworks.com/help/matlab/>
- ▶ Manual de Introducción a MATLAB. Manuel López Martínez y José Ángel Acosta Rodríguez.  
<http://www.esi2.us.es/~mlm/RAN/ManualMatlabRAN.pdf>
- ▶ Manual básico de MATLAB. María Cristina Casado Fernández. Servicios Informáticos UCM. <http://webs.ucm.es/centros/cont/descargas/documento11541.pdf>
- ▶ Manual de uso de Matlab. Universidad de Oviedo. <http://webs.ucm.es/centros/cont/descargas/documento11541.pdf>
- ▶ Curso de Programación en MATLAB y Simulink. Alberto Herreros y Enrique Baeyens. Universidad de Valladolid. <http://webs.ucm.es/centros/cont/descargas/documento11541.pdf>