PRÁCTICA 1 – CTE I 2016

INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO

A. INTRODUCCIÓN A MATLAB.

1. Introducción

El programa MatLab (el nombre corresponde a la abreviatura Matrix Laboratory) es una potente herramienta de cálculo numérico y visualización gráfica de uso muy difundido entre los científicos para el desarrollo de su tarea de investigación. Tiene la gran ventaja de ser un lenguaje de alto nivel que integra, en un único ambiente software, rutinas de cálculo, visualización y programación. El programa es de fácil uso ya que los problemas se pueden formular usando una notación matemática standard. La representación básica de los datos en MatLab es en forma matricial. Algunos de los usos más comunes de MatLab son, por ejemplo:

- Cálculo numérico
- Desarrollo de algoritmos
- Modelado, simulación y desarrollo de prototipos
- Análisis y visualización de datos
- Construcción de gráficas

MatLab es un sistema abierto al cual el usuario puede incorporar nuevas funciones para su uso en aplicaciones particulares. Existen también extensiones de MatLab denominadas Toolboxes, que son librerías de funciones MatLab que permiten resolver problemas específicos en diversas áreas de ciencia e ingeniería. Actualmente existen Toolboxes en áreas tales como Control, Procesamiento de Señales, Identificación, Procesamiento de Imágenes, Redes Neuronales, Wavelets, etc. En esta primera práctica, esperamos que el estudiante se familiarice con los comandos básicos de MatLab de forma de poder realizar el tratamiento de los datos obtenidos en las prácticas siguientes. Al iniciar el programa MatLab se desplegará una ventana desde donde se ejecutan los diferentes comandos, ver figura (1.1 superior).
Para familiarizarse más con las tareas que MatLab es capaz de hacer, podemos navegar entre los distintos temas de ayuda en el menú Help - Product Help, ver figura (1.1 inferior).

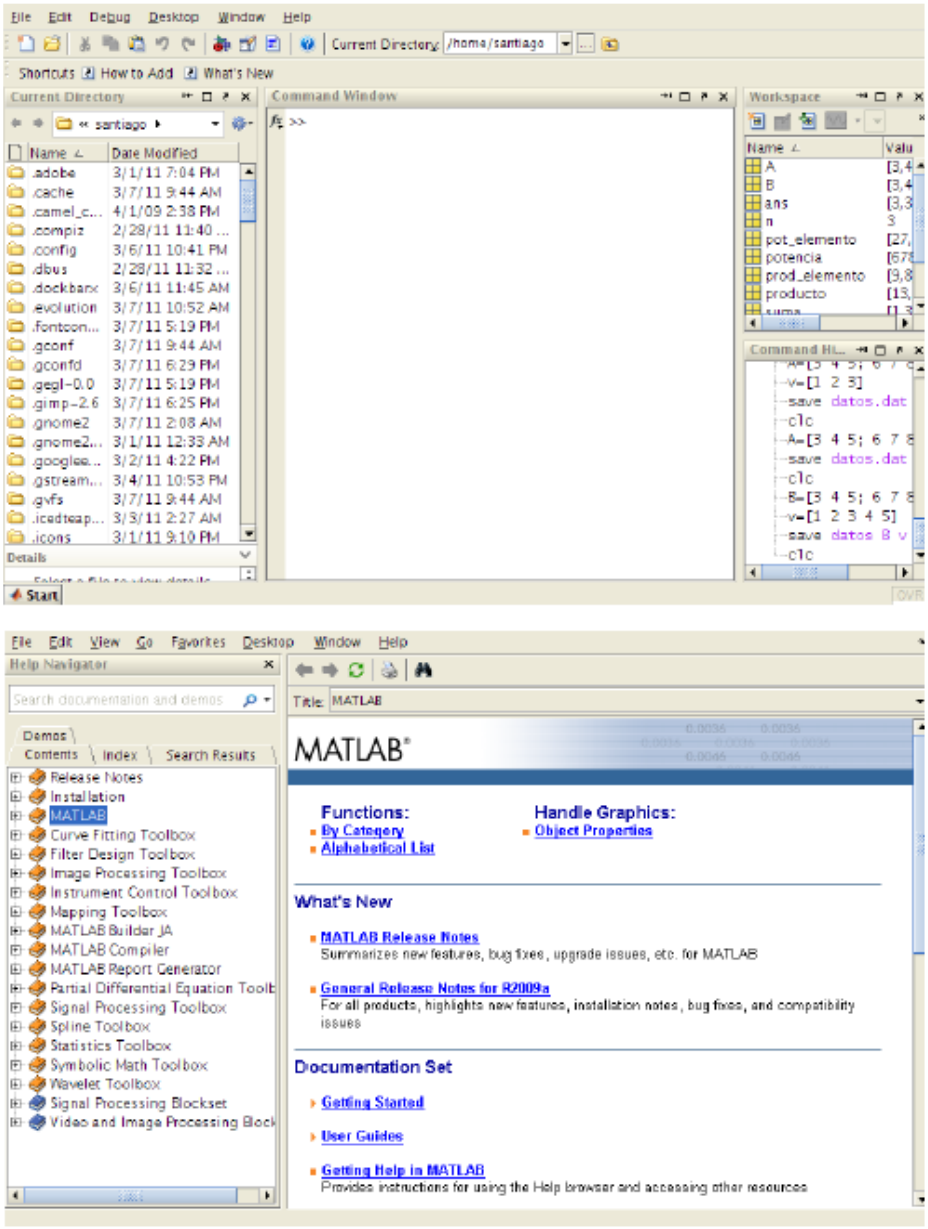


Figura 1.1: Superior: Escritorio de trabajo típico de MatLab. Inferior: Navegador de ayuda de MatLab con explicaciones, vínculos y ejemplos.

2. Comandos Básicos

El símbolo >> (llamado terminal, consola, prompt o línea de comandos) se muestra en la Ventrana de Comandos (Command Window) y es el lugar donde el usuario ingresa a MatLab los comandos para que sean ejecutados. Antes de comenzar a trabajar es conveniente cambiarse al directorio de trabajo (ver figura 2.1). Siempre que se quiera acceder a más información acerca de las tareas de MatLab y toolboxes, podemos ir al menú Help - MatLab Help.

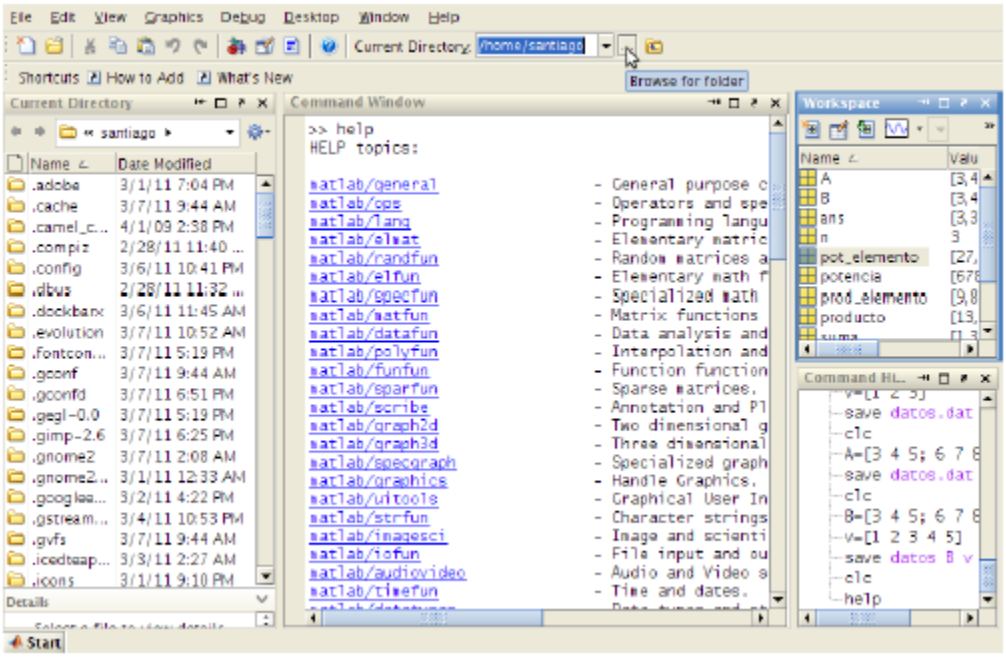


Figura 2.1: Salida del comando help en la Ventana de Comandos donde es posible seguir el vinculo para más ayuda acerca de la tarea deseada. Observe también en la parte superior el acceso para cambiar de directorio de trabajo del usuario o (Current Directory), señalizado con el mouse.

En el cuadro 2.1, veremos algunos comandos básicos de MatLab.

Comando	Descripción
help	Lista la serie de funciones o aplicaciones que abarca Matlab (*)
pwd	Indica el directorio en el cual se esta trabajando (*)
demo	Permite acceder a las demostraciones de algunas funciones de Matlab (*)
what	Lista los M-Files exsistentes en el disco (*)
who	Lista las variables que se encuentran en la memoria (*)
whos	Lista las variables anteriores y sus características (*)
clc	Limpia el texto de la Ventana de Comandos
clear	Limpia todas las variables de la memoria

Cuadro 2.1: Comandos básicos de ayuda y navegación en MatLab.
Los comandos marcados con (*) tiene sentido utilizarlos solamente en la Ventana de Comandos, no en los M-Files.

3. Operaciones con Vectores y Matrices

Veamos ahora como construir vectores y matrices en MatLab. Esto es fundamental pues los datos deben ser presentados en forma de matrices para que el programa pueda procesarlos, ver figura (3.1 superior-izquierda). El comando size indica las dimensiones de la matriz (el primer número corresponde a la cantidad de filas y el segundo a la cantidad de columnas), ver figura (3.1 superior-derecha). Si queremos identificar un elemento determinado de una matriz solo tenemos que indicar su fila y columna como se muestra en la figura (3.1 superior-derecha).

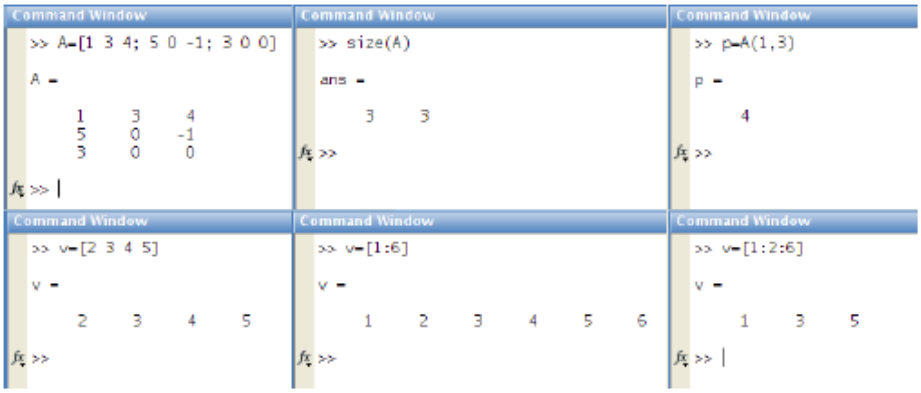


Figura 3.1: Superior-Izquierda: En el siguiente ejemplo definimos una matriz A de 3 filas y 3 columnas (3 x 3), escribiendo los elementos que constituyen sus filas. Superior-Centro: El comando size indica las dimensiones de la matriz A. Para vectores el comando adecuado es length. Superior- Derecha: Se muestra la forma de llamar un elemento dado de la matriz A. Inferior-Izquierda: Se muestra la forma en que se definen los vectores. Inferior-Centro: Se muestra la forma de definir un vector indicando el comienzo y el final. Inferior-Derecha: Un comando similar permite generar un vector indicando el comienzo, final y el paso de incremento entre sus elementos de esta forma se genera un vector de 1 a 6 con incremento 2.

3.1. Formas de Definir Vectores

Los vectores se definen como cualquier n-upla de elementos en MatLab. La cantidad de elementos determina su dimensión y se definen explícitamente como se muestra en la figura (3.1 inferior-izquierda), indicando el elemento inicial, figura (3.1 inferior-centro) o de forma incremental, figura (3.1 inferior derecha). Los vectores también pueden ser definidos a partir de las filas o columnas de una matriz. Simplemente se indica la fila o columna a llamar, utilizando el símbolo: (dos puntos) para indicar el índice recorrido y un número para indicar el índice fijo, ver figura (3.2 izquierda).

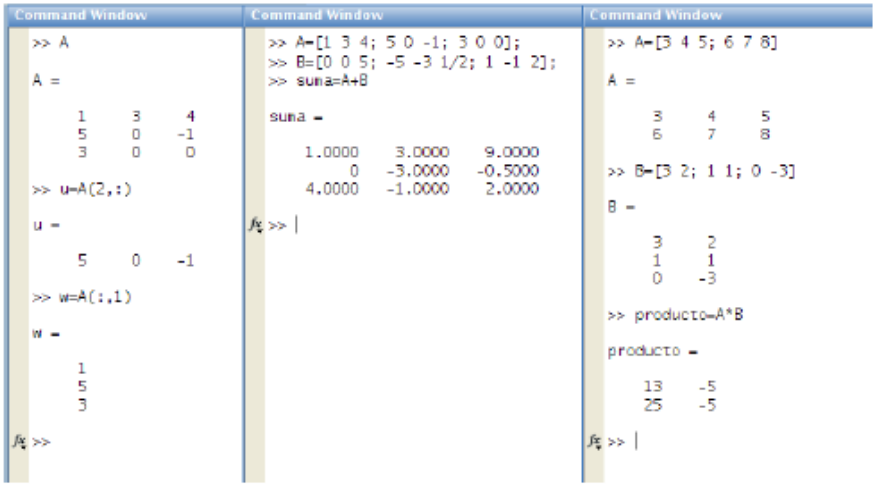


Figura 3.2: Izquierda: Diferentes formas de definir vectores a partir de una matriz cualquiera. Centro: Operación de suma de matrices, observe que dichas matrices deben ser de iguales dimensiones. Derecha: Operación de producto de matrices. Observe que el número de columnas de A es igual al número de filas de B.

3.2. Suma de matrices

Tanto la suma como la resta solamente puede aplicarse a dos o más matrices de iguales dimensiones y la misma se realiza elemento a elemento como lo muestra la figura (3.2 centro).

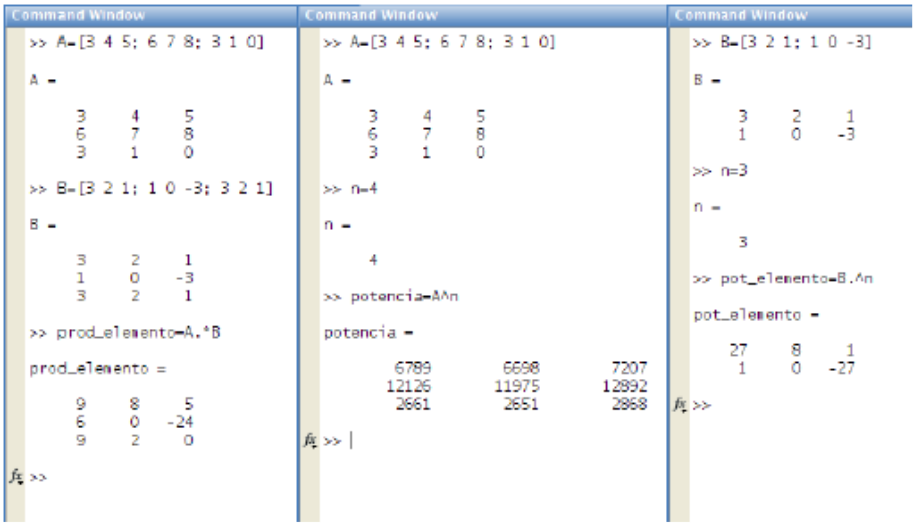


Figura 3.3: Izquierda: Operación de producto de matrices elemento a elemento. Centro: Potencia de una matriz. Observe que equivale al producto usual de la matriz con ella misma, por lo tanto tiene que ser cuadrada. Derecha: Potenciación elemento a elemento de una matriz.

3.3. Producto de Matrices y Producto Elemento a Elemento

Para efectuar el producto de las matrices A y B se debe cumplir que el número de columnas de A debe ser igual al número de filas de B como se muestra en la figura (3.2 derecha). Tal condición para efectuar el producto de matrices es también satisfecha por matrices cuadradas (3 x 3). En ese caso particular también es posible definir otro producto conocido como producto elemento a elemento.

El mismo da un resultado diferente al producto usual de matrices y tiene aplicaciones varias en la manipulación de datos. Como el nombre lo dice, el producto es elemento a elemento de forma que cada elemento está definido por el producto de los elementos correspondientes en las matrices dadas.

Observe que entre el símbolo de producto * (asterisco), se antepone un . (punto) para diferenciarlo del producto usual de matrices.

Todo lo anterior referido al producto entre matrices es válido igualmente para la división entre matrices (siempre que el determinante de la matriz divisor sea no nulo), y también para el producto y división entre vectores (por ser el vector un caso particular de matrices).

3.4. Potencia Enésima de una Matriz

Algo similar a lo expuesto para el producto de matrices. La potenciación usual se denota con el símbolo ^ (“techo”) como se muestra en la figura (3.3 centro). La matriz a elevar tiene que ser cuadrada.

Análogamente la potenciación elemento a elemento simplemente opera elevando a la potencia cada elemento por separado y es aplicable a cualquier tipo de matrices. Nuevamente para indicar que la operación es elemento a elemento se antepone un . (punto) antes del ^ (“techo”), ver figura (3.3 derecha).

4. Lectura y Almacenamiento de Datos

4.1. Almacenamiento de Datos (save)

MatLab permite varias opciones para almacenar las variables con las cuales se trabaja para su posterior utilización. En todos los casos el comando es save pero la sintaxis varía de acuerdo a la forma que queramos guardarlo,ya sea en formato ASCII, ver figura (3.4 superior-izquierda), o formato binario de MatLab, ver figura (3.4 inferior-izquierda).

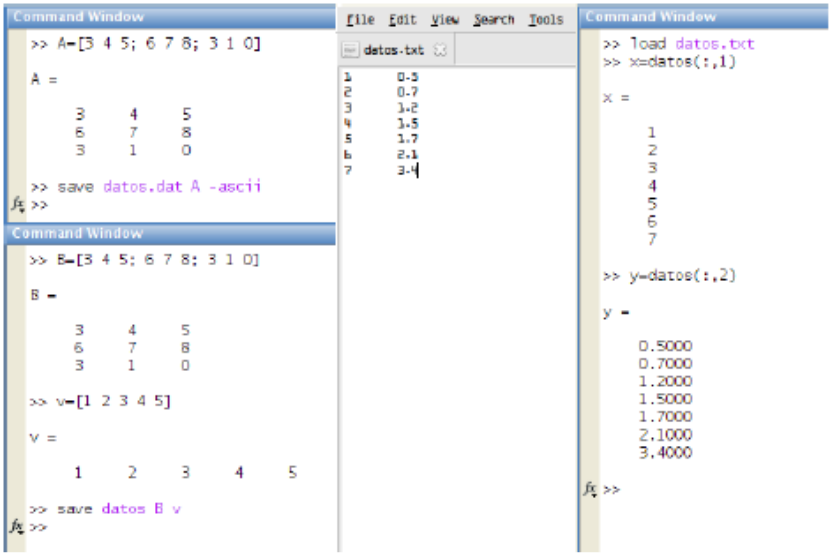


Figura 3.4: Superior-Izquierda: Sintaxis para guardar una sola variable a la vez en formato de texto ASCII. Inferior-Izquierda: Sintaxis para guardar una o más variables en formato binario de MatLab. Centro: Vista de un procesador de texto plano (como el Block de Notas) donde puede generarse un archivo de datos en formato ASCII. Derecha: Comando para cargar los datos en MatLab y asignar como vectores las distintas columnas de la matriz de datos.

4.1.1. Almacenamiento en fotrmato de texto ASCII

La sintaxis es

```
save <nombre del archivo> <variables> -ascii
```

La ventaja de usar este método radica en que este archivo de datos puede ser leído por cualquier programa de manejo de texto y/o planillas de cálculo. Por ejemplo: Block de Notas, Excel, etc. La terminación (.dat) no es obligatoria (también se suele usar la terminación .txt), pero se suele utilizar (.dat) para identificar rápidamente el archivo como un archivo de datos en ASCII. El mayor inconveniente que tiene este método es que todas las variables deben tener la misma dimensión para ser almacenadas.

4.1.2. Almacenamiento en formato binario de MatLab

La sintaxis es

```
save <nombre del archivo> <variables>
```

Por defecto, MatLab coloca a estos archivos la terminación (.mat) para indicar que el formato es de MatLab. Estos archivos no pueden ser leídos desde programas de procesamiento de texto, pero tienen algunas ventajas que se verán más adelante. En este caso no es necesario que todas las variables tengan la misma dimensión para ser almacenadas.

4.2. Creación manual de un archivo de datos

Suele ocurrir que los datos experimentales que se obtienen en el laboratorio son anotados en libretas o cuadernos que suelen ser pasados al PC. Una forma cómoda para poder utilizar estos datos posteriormente con MatLab es generar un archivo de datos desde un editor de texto elemental o texto plano (o en ingles plain text) como el Block de Notas, ver figura (3.4 centro). Los archivos generados como texto plano son de formato ASCII. Para generarlo simplemente se debe abrir el Block de Notas e ingresar los datos en forma de columnas separadas por espacios o tabulaciones. Al almacenar tener la precaución de ponerle terminación (.dat) o (.txt) para identificarlos rápidamente como archivo de datos.

4.3. Lectura de Archivos de Datos (load)

El comando para leer archivos de datos es load y también difiere en la sintaxis según se trate de un archivo de datos en formato ASCII, ver figura (3.4 derecha) o binario de MatLab.

4.3.1. Archivos ASCII

La sintaxis es

```
load <nombre del archivo>
```

Notemos que si hacemos un whos la variable que tenemos en la memoria del MatLab tiene el mismo nombre que el archivo, pero sin la terminación.

4.3.2. Archivos binarios de MatLab

La sintaxis es

```
load <nombre del archivo>
```

Otra opción para las versiones más nuevas es

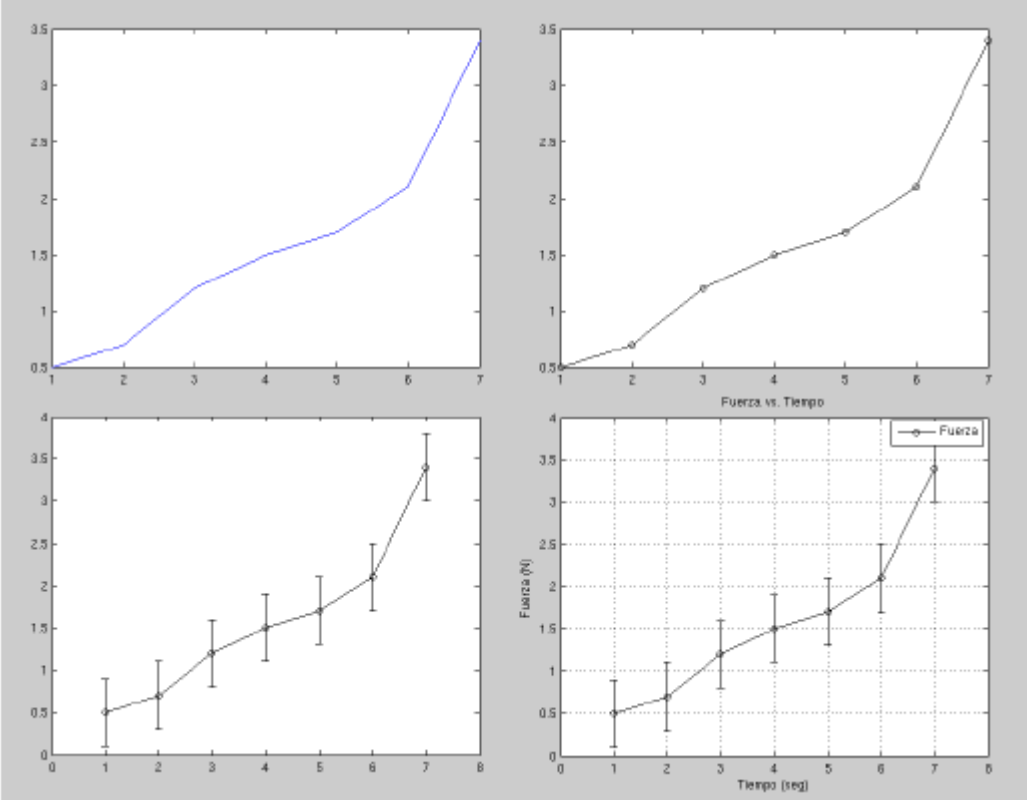
```
a = load('nombre de archivo')
```

De esta forma la variable contiene los datos almacenados en el archivo. Notemos que si hacemos un whos, las variables que tenemos en la memoria del MatLab tiene el mismo

nombre con que habían sido almacenadas, lo que representa una gran ventaja si se está realizando la lectura en el marco de un programa, puesto que se conoce a priori el nombre de las variables.

5. Gráficas

MatLab tiene un excelente manejo de gráficos. Aquí veremos sólo algunos de los comandos básicos para la generación de gráficas en dos dimensiones. Para aquellos estudiantes que tengan interés, recomendamos ejecutar *help graphics*, *help graph2d* y *help graph3d*



Ploteo	Comandos ingresados
Superior-Izquierda	`plot(x,y)`
Superior-Derecha	`plot(x,y,'ok-')`
Inferior-Izquierda	`errorbar(x,y,e,'ok-')`

Inferior-Derecha	`errorbar(x,y,e,'ok-')`
	`title('Fuerza vs. Tiempo')`
	`xlabel('tiempo (seg)')`
	`ylabel('Fuerza (N)')`
	`legend('Fuerza')`
	`grid on`

Figura 5.1: Superior-Izquierda: Ploteo simple de dos vectores. Superior-Derecha: Ploteo con opción de color, punto y línea. Inferior-Izquierda: Ploteo con opciones de color, punto, línea, y barra de error. Inferior-Derecha: Ploteo con opciones de color, punto, línea, barra de error, grilla, titulo, leyenda y nombre en los ejes X e Y.

5.1. Comandos para Elaborar Gráficos (plot, errorbar)

En el cuadro 2 se listan una serie de comandos gráficos. Algunos pueden ser utilizados en secuencia para graficar una serie de datos y obtener una gráfica final con todas las leyendas y etiquetas correspondientes, como se muestra en la tabla de comandos de la figura (5.1). Observe que para ejecutar el comando errorbar, es necesario un tercer vector *e*, de igual longitud que *x* e *y*, que contiene el error de *y*.

Comando	Descripción
`figure`	Genera una nueva pantalla de gráficos
`plot`	Crea un gráfico simple
`plotyy`	Permite plotear dos set de datos, ambos con eje de las Y a la izquierda y derecha
`loglog`	Permite graficar en escala logarítmica en ambos ejes
`semilogx`	Permite graficar en escala logarítmica en el eje de las X y lineal en el eje de las Y
`semilogy`	Permite graficar en escala lineal en el eje de las X y logarítmica en el eje de las Y
`subplot`	Permite dividir la ventana gráfica en cuadrantes y hacer varias gráficas en él
`ezplot`	Permite crear un gráfico de variable simbólica
`errorbar`	Crea un gráfico con barras de error
`hold`	Permite realizar la superposición de dos o más gráficos en una misma pantalla
`grid`	Activa o desactiva la grilla automática en la gráfica
`title`	Ingresa un título a la gráfica
`xlabel`	Ingresa un la etiqueta del eje de las X
`ylabel`	Ingresa un la etiqueta del eje de las Y
`text`	Permite ingresar texto en la gráfica en coordenadas definidas por el usuario
`axis`	Permite ajustar el rango de valores en X e Y y también su proporcionalidad
`legend`	Ingresa una leyenda para los datos experimentales

Cuadro 5. 2: Lista de comandos gráficos en MatLab. Para aprender como es la sintaxis del comando se debe ingresar help seguido del comando en la Ventana de Comandos.

6. Creación de M-Files

MatLab permite ejecutar secuencias de comandos almacenados en un archivo. Estos archivos deben tener la extensión (.m) y por eso se denominan M-files. Existen básicamente dos tipos de M-files: los denominados function-files y script-files. La forma de editar M-files es usando un editor incorporado a MatLab, el denominado MatLab Editor/Debugger, al cual se accede desde el menú de archivo.

6.1. Script files

Un script-file consiste de una sucesión de líneas de comando tal como las ingresaríamos en la Ventana de Comandos de MatLab para su ejecución en tiempo real. Por ejemplo, si el archivo tiene el nombre temp_conv.m, como se muestra en la figura (6.2 superior), el mismo puede ser ejecutado desde la Ventana de Comandos y todas las líneas que del programa se ejecutarán en el orden en que aparecen. Las variables definidas en el script-file son globales por lo tanto cambiarán el valor de aquellas variables que estén definidas con el mismo nombre antes de ser ejecutado el programa.

Para evitar confusiones se suele encabezar el programa con las tres líneas que aparecen en la figura (6.2 superior). Las mismas tienen como tarea: limpiar la pantalla, cerrar todas las ventanas gráficas y limpiar las variables de la memoria respectivamente. Los script-files también pueden ser creados en editores de texto convencionales de los

que se mencionaron anteriormente en esta práctica. Para poder ver qué es lo que el programa está haciendo en medio de la ejecución, los script-files pueden imprimir texto en la ventana de comandos con el comando disp, como ser mensajes de bienvenida, aviso de algún error, etc.

Cuando el programa es muy extenso es muy usual hacer anotaciones dentro del mismo para guiarnos durante la programación. Tales comentarios o anotaciones no deben ser interpretadas por MatLab a la hora de ser ejecutado el programa. Esto se logra anteponiendo el símbolo % (por ciento) delante del comentario que automáticamente se pintará de color verde.

En el cuadro 6.1 se muestran una serie de comandos típicos de programación de script-files a los cuales se le suma todos los comandos gráficos, los comandos para guardar y cargar datos en archivos (.dat) o (.txt) anteriormente citados.

COMANDO	DESCRIPCIÓN
`clc`	Limpia el texto de la Ventana de Comandos
`clear all`	Limpia todas las variables de la memoria
`close all`	Cierra todas las ventanas gráficas abiertas
`disp`	Escribe texto en la Ventana de Comandos durante la ejecución
`input`	Permite que el usuario ingrese un valor que es almacenado como una variable
`if`	Abre la sentencia condicional
`for`	Abre la tarea de bucle o repetición
`switch`	Similar a IF, permite ramificar la tarea según el valor de alguna variable
`end`	Finaliza sentencias IF, FOR, SWITCH
`menu`	Permite elegir al usuario que opción seguir ante una ramificación
`export`	Permite exportar datos o variables en distintos formatos ASCII
`zeros`	Crea una matriz de elementos todos 0
`ones`	Crea una matriz de elementos todos 1
`eye`	Crea una matriz identidad
`min`	Devuelve el mínimo elemento de un vector
`max`	Devuelve el máximo elemento de un vector
`mean`	Calcula el promedio de los elementos de un vector
`std`	Calcula la desviación estándar entorno al promedio de los elementos de un vector
`mode`	Calcula la moda entre los elementos de un vector
`sum`	Calcula la suma de todos los elementos de un vector
`length`	Devuelve la longitud de un vector
`size`	Devuelve las dimensiones de una matriz en filas y columnas
`polyfit`	Realiza un ajuste por un polinomio de grado n y calcula los coeficientes del polinomio
`corrcoef`	Calcula el coeficiente de correlación de *Pearson* para una serie de datos experimentales
`inv`	Calcula la inversa de una matriz cuadrada con determinante no nulo

Cuadro 6.1: Comandos de programación y su descripción. Para aprender como es la sintaxis del comando se debe ingresar help seguido del comando en la Ventana de Comandos.

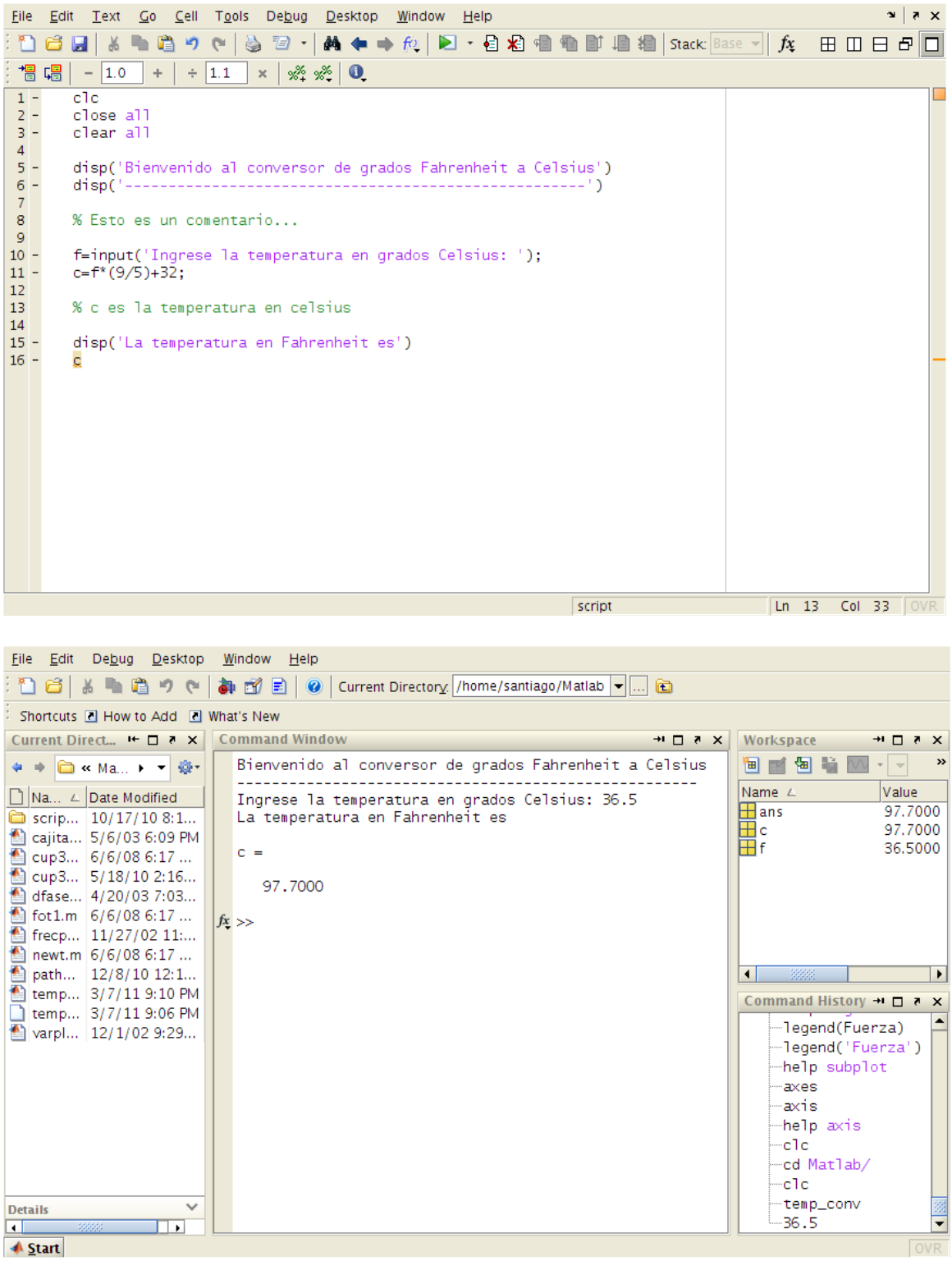


Figura 6.2: Superior: Vista del editor MatLab Editor/Debugger donde se muestra un programa M-File de tipo Script-File. El programa/script ha sido guardado bajo el nombre de temp_conv.m Inferior: La ejecución del mismo programa en la ventana de comandos. El programa ha sido ejecutado simplemente escribiendo temp_conv en la Ventana de Comandos.

7. Ejercicios

Ejercicio 1

1. Definir un vector fila de por lo menos 10 elementos
2. Definir un vector columna de por lo menos 10 elementos
3. Definir un vector columna de por lo menos 10 elementos
4. Elevar al cuadrado cada uno de los elementos del vector definido en (1)
5. Calcular el logaritmo de cada uno de los elementos del vector definido en (2)
6. Almacenar los datos en un archivo binario cuyo nombre sea ejercicio1p1

Ejercicio 2

1. Crear un vector v cuyo primer elemento sea 55, el último 480 y tal que la diferencia entre dos elementos consecutivos sea 5
2. Definir una variable n que contenga el número de elementos del vector v
3. Definir un vector u que contenga la raíz cúbica de los elementos de v
4. Transponer los vectores definidos en (1) y en (3)
5. Definir los siguientes vectores tales que: q = n * v, s = v * u y t = u / v
6. Definir una variable que contenga la suma de los elementos del vector q
7. Almacenar todas las variables definidas en un archivo binario cuyo nombre sea ejercicio2p1

Ejercicio 3

Dadas las siguientes matrices, realizar las siguientes operaciones

1. A + B - C
2. A * B
3. C^2
4. Elevar cada uno de los elementos de la matriz C al cubo
5. Calcular la matriz inversa de A
6. Calcular el determinante de B
7. Definir una nueva matriz D tal que $d_{ij} = a_{ij} * b_{ij}$
8. Almacenar todas las variables en un archivo ASCII cuyo nombre sea ejercicio3p1

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 0 & -2 \\ 1 & 4 & 5 \\ -1 & 1 & 2 \end{pmatrix}, \; B = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 0 & 6 & 1 \\ 3 & -2 & -5 \end{pmatrix}, \; C = \begin{pmatrix} -1 & -1 & 2 \\ 5 & 1 & 1 \\ -3 & -2 & 3 \end{pmatrix}$$

Ejercicio 4

1. Lea el archivo matriz.dat guardado en el disco
2. Determine las dimensiones de la matriz y defina una variable n para el número de filas y una variable m para el número de columnas
3. Seleccione los elementos de la segunda y cuarta filas, y los elementos de la segunda columna (guárdelos en forma de vector)
4. Defina una matriz de dimensión (n x m) de ceros y una matriz de igual dimensión a la anterior cuyos elementos sean todos 1

5. Almacenar las variables en un archivo cuyo nombre sea ejercicio4p1
6. Grafique la segunda columna en función de la cuarta y la primera columna en función de la tercera, utilizando diferentes tipo de símbolos y colores. Etiquete los ejes y asigne un título y leyenda a la gráfica
7. Almacenar la gráfica con el nombre grafica4p1

Ejercicio 5

Desarrolle un script que resuelva ecuaciones de segundo grado ($ax^2 + bx + c$) y permita introducir los coeficientes a, b y c mediante teclado.