

Submódulo 1.1.Maxima

Maxima es un programa de cálculo simbólico (y de libre distribución). Esto significa que es un programa que además de trabajar con valores concretos puede hacerlo con símbolos. Por ejemplo, si se le dan las instrucciones correctamente, puede simplificar la expresión:

$$(2*x+1) - (5*x-3)$$

o resolver la ecuación

$$a*x - 3*a + 2 = 6 - a$$

despejando x en función de a (o al revés).

Fue diseñado para ser una herramienta eficiente para ingenieros, físicos, matemáticos y técnicos en general.

Actualmente es impensable que un ingeniero no utilice en sus cálculos un auxiliar de este tipo. Existen versiones de Maxima para los sistemas operativos Windows, Linux, Mac, ...

Por la amplia difusión del sistema operativo Windows, hemos optado por la versión de Maxima para este sistema operativo; con ella resolveremos algunos ejercicios propuestos en los distintos capítulos. En el momento de redactar estas notas, la versión disponible era la 5.30.0.

Pedimos a los estudiantes que a través del foro adecuado comuniquen las diferencias que observen entre lo que se dice en estos documentos sobre Maxima y lo que obtengan en la ejecución práctica.

Maxima tiene un manual muy completo de uso al que se puede acceder desde 'Ayuda', pulsando F1 o desde el icono que es una interrogación (?).

Su contenido va mucho más lejos de lo que pueda necesitar un estudiante medio de Matemáticas que, probablemente, encuentre más útil algún otro disponible en la red, por ejemplo el de

la dirección:

http://www.ugr.es/~alaminos/resources/Apuntes/practicass_deordenador_con_maxima.pdf

También encontrará abundante documentación en

<http://maxima.sourceforge.net/es/documentation.html>

De aquí recomendamos el manual titulado:

Primeros pasos en Maxima (Versión: octubre de 2011) por Mario Rodríguez Riotorto.

Para evitar una inversión excesiva de tiempo, en los ejercicios que propondremos iremos indicando cómo utilizar las instrucciones necesarias en cada caso.

Antes de seguir

Debe saber que en el momento de elaborar el presente material la versión de wxMAXIMA es 13.04.2 (veáse arriba-izquierda o en Ayuda>Acerca de...), por tanto, es posible que puedan cambiar algunos iconos o el entorno gráfico.

- **1 Le recomendamos que guarde este documento con el nombre "Pruebas" y trabaje sobre él sin modificar el presente documento que pretende ser un manual de ayuda.**

Para hacerlo:
Seleccionar: Archivo>Guardar como ..(elegir lugar), en Nombre: Pruebas, y Aceptar.

□ ¿Cómo abrir un nuevo documento?

Puede pasar de un documento (éste) al otro (pruebas) desde Archivo>Abrir sesión reciente o bien seleccionando las ventanas que aparecen en la parte inferior de la ventana actual.

□ Preguntas elementales sobre MAXIMA

□ **1 ¿Qué es una celda (cell)?**

Una celda (Cell) en MAXIMA es un espacio de edición:
de texto (text cell) o
de expresión matemática para ser evaluada (input cell).

Cuando se crea una celda de texto aparece un espacio con el siguiente símbolo:

(aquí se escribe el texto)
Nótese que las celdas de texto, como ésta, tienen fondo azul.

Cada celda de expresión matemática (input cell) está indicada por el mismo símbolo junto a una flecha --> (roja) como sigue:

(%i1) (aquí se escribe la fórmula matemática);
incorrect syntax: í is not an infix operator
(%i1) incorrect syntax: ESCRIBE is not an infix operator
(%i1) incorrect syntax: F is not an infix operator
(%i1) incorrect syntax: MATEM is not an infix operator
(%i1) incorrect syntax: Too many)'s
(%i1) incorrect syntax: Premature termination of input at ;.

De esta forma, a simple vista, es fácil diferenciar el texto de las expresiones de entrada que se pueden evaluar.

Se puede seleccionar una celda, situando el cursor en el símbolo de la celda y haciendo un simple clic fuera del triángulo.
Una celda está seleccionada cuando su símbolo (barra vertical) está marcado en gris, para seleccionarla se hace click sobre dicha barra vertical.
De esta forma podemos copiar, pegar y cortar dicha celda en cualquier parte del documento utilizando el ratón para seleccionar el lugar.

Ejemplo: Copiar esta celda al principio del documento y luego borrarla para restablecer el orden inicial. Observe que se mantiene el formato de la celda y no se puede copiar una celda de texto dentro de una celda matemática, pero sí se puede copiar una parte de un texto.

Si hacemos clic en el triángulo del símbolo de una celda el resultado es: hacer visible sólo la primera línea de dicha celda o bien esconder el contenido de la celda. Obsérvese que al hacer esta acción aparece automáticamente un mensaje del número de líneas escondidas (compruébelo con esta celda y verá que aparece el texto "(3 líneas ocultas)").

2 ¿Se puede escribir texto con MAXIMA?

Tras haber leído el apartado anterior es obvio que la respuesta es sí.

1. Desde Celda>Nueva celda de texto.
2. Pulsando Ctrl-1.

Con cualquiera de estas opciones escribirá en una celda de texto y el resultado tiene el formato que está leyendo.

Hay que tener en cuenta que MAXIMA no es un procesador de textos sino una herramienta para el cálculo automático y, como consecuencia, no puede hacer muchas de las cosas que hacen los procesadores y hay que realizar "a mano" cosas tan elementales como seleccionar tamaño de línea, márgenes, tipo de letra, ...
Para conseguir un formato mínimo se pueden utilizar opciones del desplegable siguiente: Editar>Preferencias>Estilo.

A continuación explicamos brevemente algunos formatos de texto posible:

3 Si elige Celda>Nueva celda de sección (Ctrl-3) escribirá en una celda de texto con el formato de la que está leyendo.

4 Las posibilidades de edición de las celdas son: título, sección, subsección y texto.

4.1 Si elige Celda>Nueva celda de subsección (Ctrl-4) escribirá el texto con el formato de la que está leyendo. Recordemos que para conseguir otro formato los pasos son: Editar>Preferencias>Estilo.

- **Similarmente, si elige Celda>Nueva celda de título (Ctrl+2) escribirá el texto con el formato de la actual.**

El estilo del texto y ecuaciones que aquí se presenta ha sido realizado en el formato Predeterminado. Desde 'Editar>Preferencias>Estilo' es posible cambiar el formato.

- ***1 ¿Se puede copiar texto desde otro documento a un documento de MAXIMA?***

Al copiar a un documento MAXIMA un texto escrito con otro procesador, el documento pierde el formato que tenía y adopta el que define la celda donde se copia.

- ***2 ¿Es posible insertar imágenes en un documento elaborado con MAXIMA?***

Se pueden insertar imágenes desde un archivo utilizando el desplegable: Celda>Insertar imagen.
Hay que tener en cuenta que el programa no guarda los resultados de efectuar las instrucciones, por tanto, las imágenes insertadas en una ejecución aparecen en pantalla, pero no estarán al volver a abrir el fichero.

- ***3 ¿Se puede grabar, imprimir un documento de MAXIMA?***

Para grabar el documento:
Desde Archivo> Guardar (Ctrl-S) o utilizando el icono que contiene una flecha.
Para imprimir el documento:
Desde Archivo>Imprimir (Ctrl-P) o utilizando el icono representado por una impresora.

- ***4 ¿Puede actuar MAXIMA como calculadora?***

Nuevamente, la respuesta es sí.

Hay información suficiente en el manual de ayuda:

F1 o bien Ayuda>Ayuda de Maxima>Contenidos>Operadores>Operadores aritméticos.

Como calculadora puede hacer todo tipo de operaciones aritméticas, utilizando para ello los operadores habituales:

Suma: Operador: + ;

Resta: Operador: - ;

Multipliación: Operador: * ; ESTE OPERADOR NO ES VÁLIDO PARA INDICAR EL PRODUCTO DE MATRICES.

Exponenciación: Operador: ^ ; ESTE OPERADOR NO ES VÁLIDO PARA INDICAR LA POTENCIA DE UNA MATRIZ.

Raíz cuadrada: Operador: sqrt;

Raíz n-sima: Operador: ^(1/n);

Primero se da la instrucción de crear una celda matemática o input cell.

Hay dos posibilidades:

1. Celda>Nueva celda de entrada.

2. Pulsar ENTER.

De esta forma aparece:

(%i1) (aquí se escribiría la expresión matemática que deseamos evaluar);

incorrect syntax: í is not an infix operator

(%i1) incorrect syntax: ESCRIBIR is not an infix operator

(%i1) incorrect syntax: LA is not an infix operator

(%i1) incorrect syntax: ó is not an infix operator

(%i1) incorrect syntax: MATEM is not an infix operator

(%i1) incorrect syntax: QUE is not an infix operator

(%i1) incorrect syntax: EVALUAR is not an infix operator

(%i1) incorrect syntax: Premature termination of input at ;.

Como ya hemos dicho, este símbolo significa que a continuación hay una expresión matemática que puede ser evaluada.

Por ejemplo: La expresión $7+2-4/3$.

(%i1) $7+2-4/3$;

(%o1) $\frac{23}{3}$

(%i2) $4*\text{kilos} + \text{kilos}$;

(%o2) 5 kilos

En general, para evaluar o ejecutar una expresión matemática hay diversas opciones (depende de la versión):

1. Situar el cursor en la fórmula, Celda> Evaluar celda(s).

2. Pulsar simultáneamente SHIFT+ENTER o CTRL+ENTER.

3. Situar el cursor sobre el símbolo de la celda a evaluar, hacer click con el botón derecho y elegir opción Evaluate Cell(s).

4. Situar el cursor en la celda a evaluar y pulsar ENTER.

(Compruebe en el ejemplo anterior qué le resulta más cómodo y cuáles funcionan).

```
(%i3) 2+9;  
(%o3) 11
```

Al realizar cualquiera de las instrucciones anteriores en una celda matemática aparecerán los dos tipos de líneas siguientes:

(%i1) significa que la expresión $7+2-4/3$ es la primera entrada de datos (Input 1).
(%o1) significa que $23/3$ es la salida (la evaluación) del input 1 o (%i1) (Output 1).

(%i) y (%o) son etiquetas que el programa genera automáticamente, y sirven para llamar en cualquier otro sitio a la expresión que identifican.

Las etiquetas se van generando al ejecutar las instrucciones y los números que acompañan a la "i " y a la "o" dependen del orden en que se ejecuten las instrucciones.

Por lo tanto si hemos ido ejecutando más operaciones que las que se indican en estos pasos, el número asociado a esta operación (evaluación) no es (%i1) sino el que le corresponda según el número de evaluaciones efectuadas anteriormente.

Compruébelo evaluando de nuevo la misma expresión anterior, es decir, sin reescribir una nueva entrada.

Se puede llamar al valor que resulta de la última ejecución mediante %.

```
(%i4) 3+4-5;  
(%o4) 2
```

```
(%i5) %+4;  
(%o5) 6
```

También se puede llamar a anteriores entradas o resultados mediante %in o %on siendo n el número que le corresponda en la ejecución actual.
Por ejemplo: %i1, %o2, %o3.

```
(%i6) %o9+%o10;  
(%o6) %o9+%o10
```

Ejercicio: Realizar una operación y volver a usar el resultado final mediante el uso de la instrucción %. Realizar otros ejemplos llamando %o3, %o4,

Observación: SIEMPRE toda expresión matemática, que puede ser evaluada, termina en " ; "
Por otro lado, como puede comprobarse, NO es necesario que se escriba ";" al final de la expresión ya que al evaluar MAXIMA lo añadirá automáticamente.

Además se pueden ejecutar varias expresiones a la vez.
Por ejemplo: $2+3$, $1-4$ y $5*6$. En este caso, si es necesario acabarlas en ";" para que se evalúen correctamente.

```
(%i7) 2+3;
      1-4;
      5*6;
(%o7) 5
(%o8) - 3
(%o9) 30
```

Para añadir expresiones matemáticas que, al evaluar, NO generan outputs la expresión input debe ir seguida sin espacio del símbolo "\$".
Por ejemplo:

```
(%i10) 7+2-4/3$
```

Por lo tanto, al evaluar 7+2-4/3\$, no se haría la evaluación de la celda, sólo se crearía una etiqueta de identificación.
Compruébelo con el ejemplo anterior.

Obsérvese que da como resultado (%i), es decir, sólo se crea una etiqueta numerada de entrada.

Ejercicio: abra la ayuda (F1) y estudie el resto de operadores realizando ejemplos.

5 *¿Cómo representa-guarda MAXIMA los números?*

```
(%i11) 3/25;
(%o11)  $\frac{3}{25}$ 
```

```
(%i12) sqrt(3);
(%o12)  $\sqrt{3}$ 
```

OBSERVACIÓN: MAXIMA considera la forma exacta, es decir, no aproxima.
Mediante la instrucción
float(expr)
obtenemos la forma decimal punto flotante que considera MAXIMA para realizar operaciones aritméticas.

```
(%i13) float(%);
(%o13) 1.732050807568877
```

Si consideramos

```
(%i14) float(sqrt(300000));
(%o14) 547.7225575051662
```

MAXIMA utiliza la aritmética con números decimales en punto flotante.
MAXIMA redondea a los 16 primeros dígitos por defecto. Ver
Numérico> Establecer precisión

□ 6 *¿Qué otras funciones tiene MAXIMA?*

✓ MAXIMA permite resolver, mediante instrucciones muy sencillas, muchos de los problemas que aparecen en la asignatura de Fundamentos matemáticos de las tecnologías de la información, por ejemplo: ecuaciones y sistemas de ecuaciones (lineales o no), determinantes, operaciones con matrices, operaciones con vectores, inecuaciones, límites, derivadas e integrales.

✓ Siempre que sea posible, en cada submódulo habrá un documento MAXIMA que enseñe a realizar las operaciones, relacionadas con los contenidos que aparecen en él, obteniendo el doble objetivo de aprender a utilizar MAXIMA y comprobar los resultados obtenidos a mano.

□ 7 *Guardar el documento*

✓ Es posible evaluar todas las celdas a la vez desde Celda>Evaluar todas las celdas. Al grabar un documento, salir del documento y volverlo a abrir las salidas outputs no aparecerán, sin embargo, es posible crear otro documento con las salidas si se guarda (con otro nombre) con extensión wxmx.

□ 8 *Asignar valores a una etiqueta*

✓ Las asignaciones se hacen de la siguiente manera:

etiqueta: valor que se asigna

Se debe entender asignar un valor = ejecutar una etiqueta A

Por ejemplo a la etiqueta A le asigno el valor 2

✓ (%i15) A:2\$

✓ o también sin usar \$

✓ (%i16) A:2;

✓ (%o16) 2

✓ Otro ejemplo: a la letra "a" le asigno el valor 3

✓ (%i17) a:3\$

✓ Las etiquetas posibles son letras o palabras no predefinidas por el programa como:

✓ (%i18) ejemplo:23;

✓ (%o18) 23

✓ Para obtener el valor de la etiqueta basta con ejecutar la etiqueta:

✓ (%i19) A;

✓ (%o19) 2


```
(%i20) ejemplo;  
(%o20) 23
```

Observación: MAXIMA distingue mayúsculas de minúsculas:

```
(%i21) a;  
(%o21) 3
```

```
(%i22) A;  
(%o22) 2
```

Observación: Para usar el valor de una etiqueta antes ha tenido que ser ejecutada.

Por ejemplo, si usamos e sin haberla ejecutado el resultado es:

```
(%i23) e;  
(%o23) e
```

Sin embargo, si le damos el valor 4 y luego ejecutamos resulta:

```
(%i24) e:4;  
(%o24) 4
```

```
(%i25) e;  
(%o25) 4
```

El valor que toma una etiqueta es el último valor ejecutado.

En efecto, si ahora a "A" le asigno el valor 33:

```
(%i26) A:33$
```

PARA QUE UNA ETIQUETA TENGA UN VALOR ASIGNADO, PREVIAMENTE HAY QUE EJECUTAR
LA EXPRESIÓN QUE LO ADJUDICA.

El valor de A a partir de ahora no es 2 sino 33:

```
(%i27) A+5;  
(%o27) 38
```

```
(%i28) A;  
(%o28) 33
```

- **1 Para borrar o limpiar el valor de una etiqueta se usa la instrucción**
kill(nombre de la etiqueta)
Por ejemplo,

⌈ (%i29) kill(A);
⌋ (%o29) done

- ⌈ Comprobemos que A ya no tiene ningún valor asignado:

⌈ (%i30) A;
⌋ (%o30) A

- ⌈ Podemos usar la instrucción kill(all) para eliminar todos los valores de las etiquetas del documento.

- **2 Es recomendable que, antes de cerrar esta sesión, realice las actividades siguientes:**
- **Cree un nuevo documento y practique.**
 - **Recopile los operadores y las instrucciones utilizadas en una tabla (que puede crear en Word) con varias columnas: la instrucción o el operador, para qué vale, el formato, ejemplos, observaciones.**

En la primera columna de la tabla creada deberá incluir:

Los operadores: + ; - ; * ; / ; ^ ; sqrt.

Los símbolos: %; %oi.

Las instrucciones: float(expre), etiqueta:, kill(etiqueta), kill(all).

En la segunda columna de la tabla creada deberá incluir para qué valen:

Para precisar la misión de los operadores busque en:

Ayuda de Maxima>Contenidos>Operadores>Operadores aritméticos.

% Representa la expresión obtenida (output) en la última ejecución hecha.

%oi Representa la expresión obtenida (output) en la ejecución i.

float(expre) Convierte los enteros, números racionales y los decimales de punto flotante grandes que están presentes en expre a números decimales de punto flotante.

etiqueta: valor Asigna ese valor a esa etiqueta.

kill(etiqueta) Elimina el valor de la etiqueta y puede volverse a asignar otro valor

kill(all) Elimina los que se hayan asignado a todas las etiquetas del documento.

Recuerde que hay información suficiente en el manual de ayuda:

F1 o bien Ayuda>Ayuda de Maxima.

En la tercera columna se escribirá el formato de la instrucción.

En la cuarta columna los ejemplos que se consideren necesarios para que quede clara la instrucción.