

Guía de uso docente para el diseño y análisis de circuitos usando

## **MICRO-CAP 6**



Autor: **Ing. Aída A. Olmos**

Cátedra: **Electrónica III**

-Septiembre 2003-

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN**

# Guía para el diseño y análisis de circuitos usando MICRO-CAP 6

## INDICE

1.- Introducción.....	3
2.- Cómo crear un circuito .....	3
2.1- Ventana principal.....	4
2.2- Cómo ingresar componentes al área de dibujo.....	4
3.- Los menús.....	8
3.1- El editor de esquemas .....	8
3.1.1- Las cajas del diálogo.....	9
3.2- Menú File.....	9
3.3- Menú Edit .....	11
3.4- Menú Componentes .....	13
3.5- Menú Windows.....	13
3.6- Menú Options .....	15
3.7- Menú Análisis.....	17
3.8- Menú Design.....	18
4.- Análisis Transitorio .....	18
4.1-Cuadro de diálogo del Análisis Transitorio .....	18
4.1.1- Botones de Comando.....	19
4.1.2- Límites Numéricos .....	19
4.1.3- Waveform Options .....	20
4.1.4- Campo de Expresiones .....	21
4.1.5- Options.....	22
4.2- Manejo de las variables de estado con el editor de variables de estado .....	23
5.- Análisis AC.....	23
5.1- Cuadro de diálogo del Análisis Transitorio .....	24
5.1.1- Botones de Comando.....	24
5.1.2- Límites Numéricos .....	24
5.1.3- Opciones de Fuentes .....	26
5.1.4- Campo de Expresiones .....	26
5.1.5- Options.....	27
6.- Análisis DC.....	28
6.1- Cuadro de diálogo del Análisis DC .....	28
6.1.1- Botones de Comando.....	29
6.1.2- Sweep group .....	29
6.1.3- Opciones de Fuentes .....	31
6.1.4- Campo de Expresiones .....	31
6.1.5- Opciones .....	32

## 1.- Introducción

Esta guía pretende orientar y facilitar a los usuarios del programa, en el uso de este simulador. La misma, se realizó basándose en los Helps del programa Micro-Cap 6.

Micro-Cap, es un programa para crear y analizar circuitos eléctricos y electrónicos (digitales y analógicos). Permite simular el comportamiento de estos circuitos realizando distintos análisis.

Micro-Cap 6, permite implementar circuitos con gran facilidad, ya que está basado en el entorno gráfico de Windows. Funciona bajo Windows 3.1, Windows 95, Windows 98, Windows NT, logrando con esto una gran versatilidad y facilidad de manejo.

Aunque usa algoritmos de análisis de SPICE, no es necesario convertir los circuitos a un Formato Netlist de SPICE, para simularlos y ejecutar los análisis

La estructura del programa es: el archivo MC6 contiene dos carpetas: *Data* y *Library*

- *Data*: Contiene archivos de extensión *.cir*. En esta carpeta se guardarán los circuitos diseñados, los cuales tienen esta extensión.
- *Library*: Tiene archivos de extensión *.Lib* y *.mac*. Aquí se encuentran los archivos de los modelos de componentes, que serán usados en el diseño de circuitos.

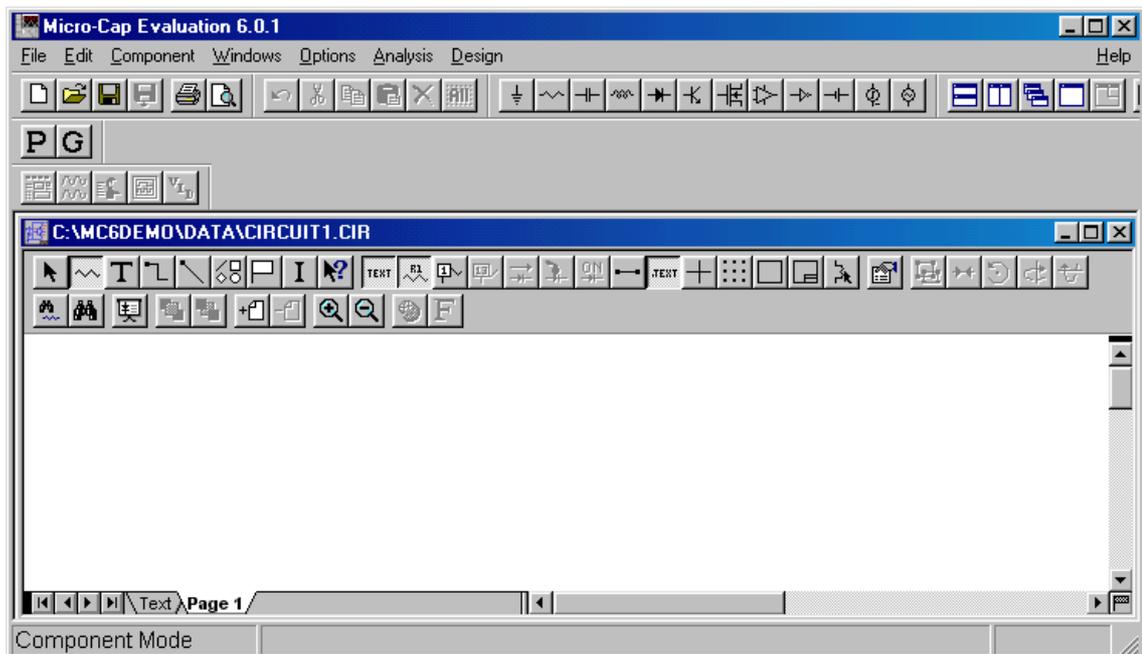
El Micro-Cap 6 incluye dos programas ejecutables:

- *MC6*: programa principal para la creación y análisis de circuitos.
- *Model*: programa auxiliar para crear modelos de dispositivos.

## 2.- Cómo crear un circuito

En esta sección se verá un ejemplo de como introducir los componentes para realizar el esquema del circuito y como analizarlo. En secciones posteriores se verán los distintos menús de este programa.

Primero se tratará de dibujar o editar un circuito simple. Para comenzar se debe abrir el programa haciendo doble clic en el icono de MC6. Inmediatamente se abre una ventana llamada ventana principal, que tiene el siguiente aspecto:



## 2.1- Ventana principal

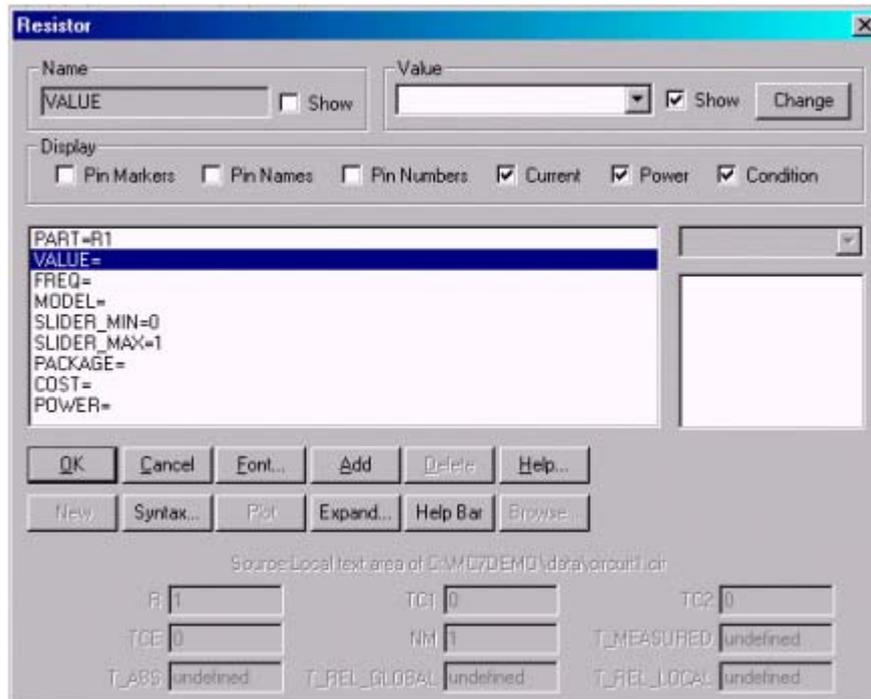
Las distintas áreas, que presenta esta ventana son: Menú de aplicación, Barra de herramientas, Área de trabajo, Barras de desplazamiento y Barra de estado.

- **Menú de aplicación:** A través de él, se puede acceder a todas las opciones que ofrece Micro-Cap 6.
- **Barra de herramientas:** Facilita el acceso a las opciones más utilizadas, logrando agilizar el trabajo.
- **Área de trabajo:** es la zona donde se edita el circuito que se desea simular (área de dibujo) y donde se define el comportamiento eléctrico de cada componente (área de texto)
- **Barras de desplazamiento:** Ubicadas en la parte inferior de la pantalla, permite cambiar de página activa y desplazar la ventana de visualización en el área de trabajo.
- **Barra de estado:** Muestra mensajes informativos que pueden servir de ayuda respecto de las opciones presentadas en la barra de herramientas

## 2.2- Cómo ingresar componentes al área de dibujo.

El primer paso, para implementar el circuito que se desea simular, es colocar los componentes en el área de dibujo e interconectarlos.

Para ello se realizará un ejemplo sencillo. En primer lugar se introducirá una resistencia. Para ello se debe seleccionar el componente resistencia  de la barra de herramientas o del menú *Component*. Seleccione *Analog Primitive*. Haga clic en *Passive Components*. Finalmente, haga clic en el ítem *Resistor*. Al soltar el botón izquierdo del ratón se abre un cuadro de diálogo, donde se deberá declarar las características de la resistencia:



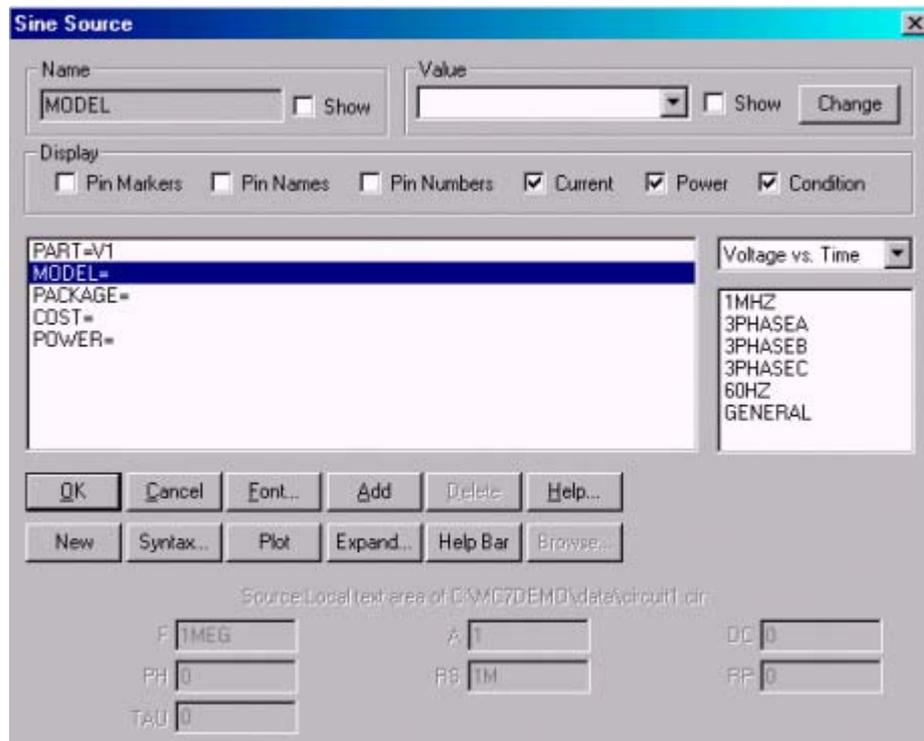
En *Value*, escriba: 1. MC6 tomará  $1\Omega$  como el valor de esta resistencia. La descripción de este parámetro es:

```
Description: This is the value or expression for the resistance, plus optional
temperature coefficients.
Syntax: <value>[TC=<TC1>[,<TC2>]]
Example: 1000 TC=1m,1u
```

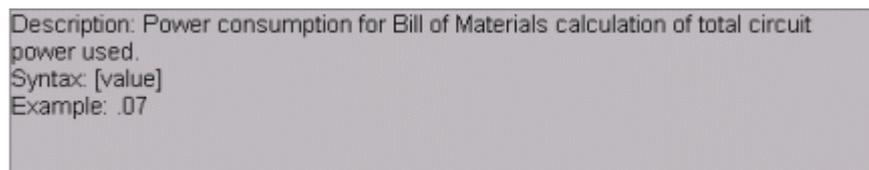
En segundo lugar se introducirá una fuente senoidal. Para ello, usando el ratón, haga clic en el menú *Component*. Seleccione *Analog Primitive*. Haga clic en *Waveform Sources*. Finalmente, haga clic en el ítem de *Sine Sources*.

Haciendo clic sobre el área de dibujo y manteniendo pulsado el botón izquierdo, se puede arrastrar el componente hasta situarlo en el lugar deseado. Para girar el componente, se debe pulsar el botón derecho del ratón, tantas veces como sea necesario

para lograr la posición deseada. Al soltar el botón del ratón, MC6 abrirá un cuadro de diálogo, donde se deben declarar los parámetros de esta fuente.



Al apuntar cada parámetro con el ratón, MC6 mostrará en la parte inferior del cuadro de diálogo la descripción y la sintaxis requerida por ese parámetro. Por ejemplo si se apunta a *Power*, se podrá ver:



Seleccione *General*, de la parte derecha del cuadro de diálogo, haciendo click. Las características de esta fuente senoidal, se encuentran declaradas en la parte inferior del cuadro de diálogo. Para modificarlas, se debe hacer click en el comando Edit. Esta acción habilitará las opciones:

- *F*: Frecuencia de la fuente. Su unidad es el Hz.
- *A*: Amplitud de pico de la fuente. Su unidad es el volt.
- *DC*: Nivel de continua de la fuente. Su unidad es el volt.
- *PH*: Corrimiento de fase de la fuente. Su unidad es radianes.
- *RS*: Resistencia interna de la fuente. Su unidad es ohm.

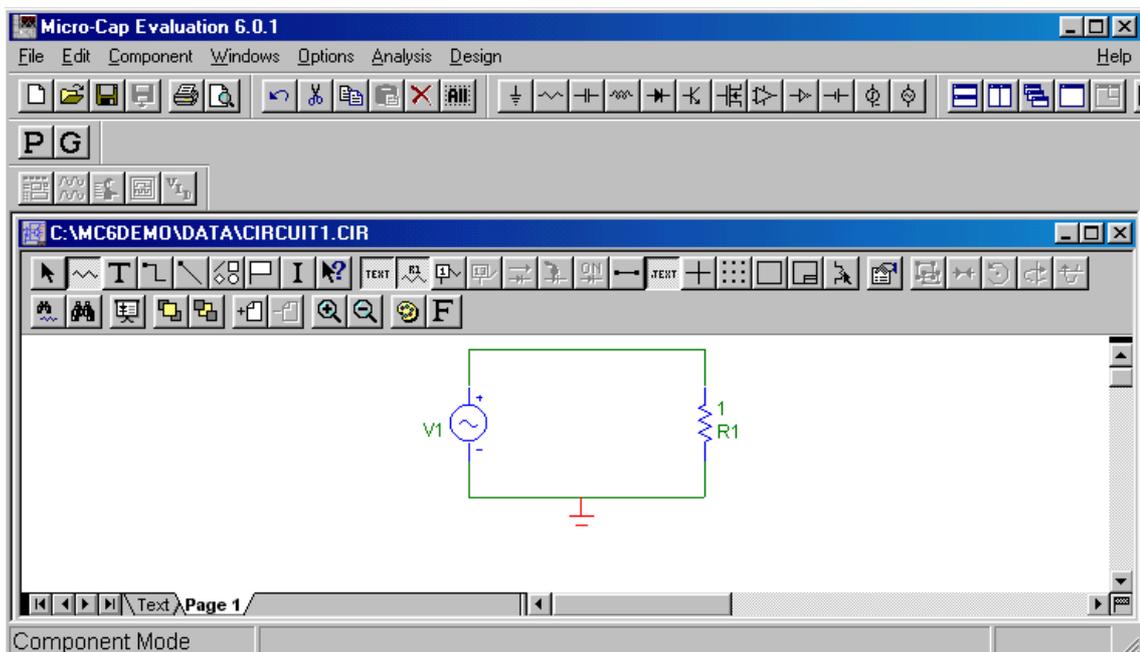
- *RP*: Período de repetición esponencial.
- *TAU*: Constante de tiempo exponencial

Si desea cambiar el nombre de la fuente, se debe hacer click en *Value* y allí escribir el nombre deseado. En el esquema, la fuente aparecerá con el nombre declarado en *Part*: para cambiarlo seleccione esta opción y escriba el nombre, por ejemplo: 0.5V/1KHz. Si el nombre de la fuente no estuviera ubicado convenientemente, por ejemplo si estuviera solapado con el dibujo de la fuente, seleccione el puntero , primer objeto desde la izquierda de la barra de herramienta y seleccione el nombre. El mismo se pintará y con el ratón podrá moverlo al lugar deseado, o se podrá cambiar el nombre.

Para unir los componentes ingresados, seleccione en la barra de herramientas *Wire* . Esta opción, llamada conexión ortogonal permite unir los componentes mediante un ángulo; a diferencia de *Wire D*,  o conexión diagonal, que une dos componentes mediante el trazado de una línea recta. Con el *Mode Wire* activado, se debe hacer click con el botón izquierdo en el lugar donde comienza la conexión y estirla hasta donde se desea que termine.

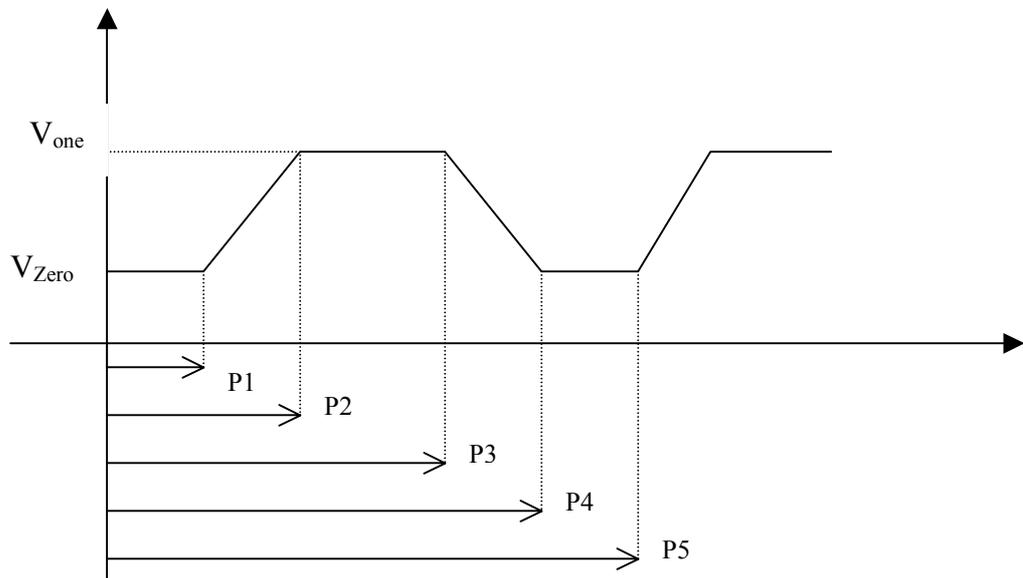
Por último, y de fundamental importancia, se debe colocar la masa o tierra del circuito, seleccionándola de la barra de herramienta . Es imprescindible la misma, para que MC6 pueda realizar cualquier tipo de análisis.

Ahora la pantalla del editor de esquemas se verá así:



Este sencillo ejemplo, ilustra sobre la forma de ingresar componentes al área de dibujo.

Algunos componentes requieren mención especial tal como o las fuentes de Pulsos de *Component/ Analog Primitive/ Waveform Sources/ Pulse Sources*, con la que se puede armar una gran variedad de formas de onda. La misma requiere el ingreso de parámetros, los cuales son:



### 3.- Los menús

#### 3.1- El editor de esquemas

El editor de esquemas es la base del sistema, es lo primero que se despliega cuando se ejecuta MC6. Se utiliza para crear y editar circuitos, y para comenzar los análisis.

En esta ventana podemos encontrar:

- **Menú de Control:** Es el cuadrado localizado en la parte superior izquierda de la ventana del MC6. Puede usarse para controlar las características de la ventana con el teclado, como ser *Restore*, *Maximize*, *Move*, *Minimize*, etc
- **Menú de Control de circuitos:** Maneja la ventana del circuito
- **Barra de títulos:** Posee el nombre y la dirección del circuito con que se está trabajando
- **Barra de herramienta principal:** Se encuentra debajo de la barra del título, contiene los botones para acceder a funciones frecuentemente usadas para todas las ventanas, proporcionando una forma rápida de acceder esas opciones.

- **Barra de herramientas local:** Provee los botones para acceder a las funciones que utiliza la ventana local.
- **Barra para movimiento vertical y horizontal**
- **Botón de bandera:** Permite poner y ver las banderas (flag) que existen en el circuito, previa selección en un cuadro de diálogo en el cual aparecen los nombres de todas las banderas. Esta función puede ser útil cuando el circuito es muy grande.
- **Barra de páginas:** Permite ubicarse en una página en particular.
- **Barra de estado:** Muestra una breve descripción de lo que se encuentra por debajo del cursor del ratón.

### 3.1.1- Las cajas del diálogo

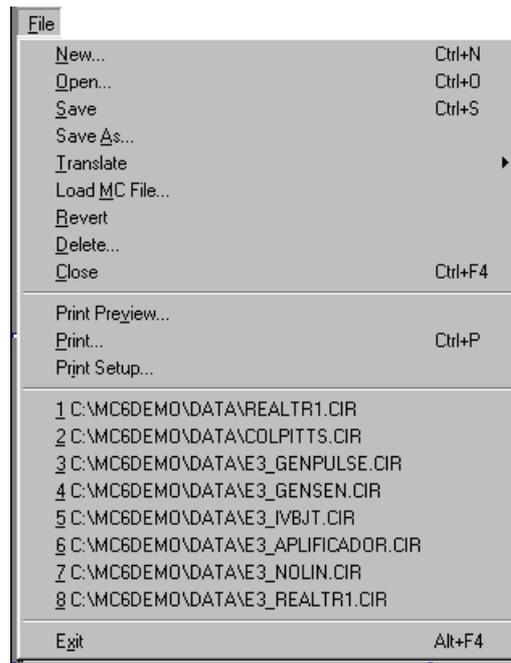
Cuando se selecciona alguna opción o introduce datos, frecuentemente se hace a través de una caja del diálogo.

Pueden usarse el ratón y/o el teclado para seleccionar e introducir los datos. Al seleccionar el campo, este se resalta.

**Usando el teclado:** La tecla Tab se usa para moverse entre los campos. Luego, para introducir el texto simplemente se teclean los datos. La barra espaciadora sirve para seleccionar las opciones *Open*, *Cancel* y *Help* . Las teclas de flecha del cursor pueden usarse para desplazar entre las opciones.

**Usando el ratón:** Se selecciona el campo en el cual se desea entrar datos, simplemente haciendo click en él.

## 3.2- Menú File



Este menú provee los comandos para el manejo de archivos, cuyas se funciones se transcriben a continuación:

- **New:** Permite crear un archivo nuevo
- **Open:** Carga un archivo existente en la carpeta *Data*.
- **Save:** Guarda el archivo de la ventana activa, usando el nombre y la dirección mostrados en la barra de títulos.
- **Save As:** Guarda el archivo de la ventana activa, usando el nombre y la dirección declarados en el cuadro de diálogo, que este comando invoca.
- **Translate:** Permite guardar el archivo de la ventana activa en otros formatos.
- **Revert:** Restaura el archivo guardado en el disco, en la ventana activa. Deshace la última edición.
- **Delete:** Permite borrar uno o más archivos seleccionados para borrarlos del disco. El archivo predefinido, para ser borrado es el archivo activo.
- **Close:** (CTRL+F4) Cierra el archivo activo. Esto significa que lo quita de la memoria de MC6 pero no del disco.
- **Print Preview:** Proporciona una vista preliminar con opción de impresión.
- **Print:** (CTRL+P) Imprime una copia del documento mostrada en la vista preliminar de la impresión de acuerdo con las instrucciones de Print Setup.
- **Print Setup:** Permite modificar las opciones de la impresora; como por ejemplo tamaño del papel, fuente y orientación.

- **Recent Files:** Presenta una lista de los archivos recientemente usados. Se puede recargar o abrir cualquiera de ellos haciendo clic sobre el nombre del archivo.
- **Exit:** (ALT+F4) Finaliza la cesión de Micro-Cap 6.

### 3.3- Menú Edit



Este menú proporciona los comandos, cuyas se funciones se transcriben a continuación:

- **Undo:** (CTRL + Z) Deshace el ultimo cambio.
- **Cut:** (CTRL + X) Corta el/los objetos seleccionados y los copia en el portapapeles, incluyendo texto del campo de texto y los objetos esquemáticos.
- **Copy:** (CTRL + C) Copia el objeto seleccionado al portapapeles.
- **Paste:** (CTRL + V) Pega el contenido del portapapeles en la posición actual del cursor.
- **Clear:** (DELETE) Anula los objetos seleccionados sin copiarlos al portapapeles.
- **Select All:** (CTRL + A) Selecciona todos los objetos de la ventana activa o todo el texto en el campo de texto actual.
- **Copy to Clipboard:** Copia todo o parte, de la porción visible de la ventana con el formato de mapa de bits.

- **Copy the entire window to Picture File:** No es accesible para MC6 Demo.
- **Add Pagina:** Agrega una nueva página de esquemas.
- **Delete Pagina:** Borra una o más páginas de esquemas.
- **Box:** Afecta solo a los objetos encerrados en la región seleccionada.
  - **Step Box:** Copia los objetos encerrados en una región seleccionada, un número de veces específico. Las regiones pueden ser escalonadas verticalmente, horizontalmente, o ambos.
  - **Mirror Box:** Crea una imagen espejo horizontal o vertical, de los objetos seleccionados.
  - **Rotate:** (CTRL + R) Realiza, en sentido contrario a las agujas del reloj, la rotación de los objetos seleccionados.
  - **Flip X:** Gira los objetos seleccionados sobre el eje X.
  - **Flip Y:** Gira los objetos seleccionados sobre el eje Y.
  - **Make Macro:** (CTRL + M) Permite generar un circuito macro, a partir del circuito que se encuentra en la región seleccionada. Reemplaza el circuito con un símbolo de macro.
- **Change:** Cambia algunos atributos. Posee los siguientes subcomandos:
  - **Propierties:** (F10) Abre la caja de diálogo para cambiar los colores del área de esquemas y los colores de los distintos objetos.
  - **Attributes:** Permite visualizar o no los atributos de todos los componentes seleccionados.
  - **Color:** Permite cambiar el color de los componentes seleccionados.
  - **Font:** Permite cambiar la fuente de los componentes seleccionados.
  - **Rename Components:** Cambia los nombres de los componentes usados, por los nombres utilizados por defecto por el MC6.
  - **Rename Defines:** Cambia los nombres cuando existen conflictos entre los nombres del nodo y los nombres simbólicos.
- **Bring to Font:** Trae adelante un objeto.
- **Send to Back:** Envía el objeto seleccionado hacia atrás.
- **Find:** (CTRL + F) Invoca el menú de *Búsqueda*. La búsqueda puede ser de algún texto en la ventana de texto, número de nodo de componentes, componentes de un esquema, o un nombre de modelo en el editor *Model*.
- **Repeat last Find:** (F3) Repite la última búsqueda.
- **Replace:** Conduce una búsqueda y reemplaza por texto en una ventana de texto o en el área de texto del editor de esquemas.

### 3.4- Menú Componentes

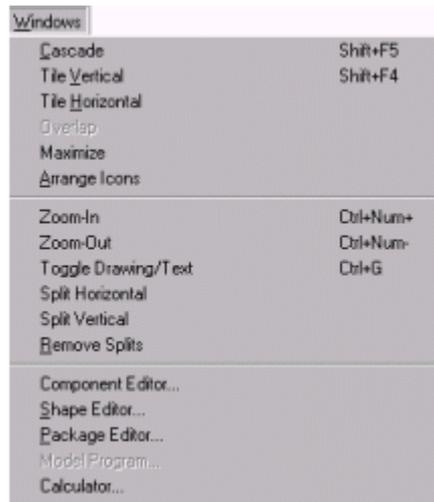


Este menú jerárquico muestra los contenidos de la biblioteca de Componentes. La biblioteca ya está creada pero puede ser modificada con el editor de Componentes.

Desde este menú se puede seleccionar un componente para agregar al editor de esquemas. El menú se divide en seis secciones:

- **Analog Primitive:** Contiene los componentes analógicos genéricos.
- **Analog Library:** Contiene los modelos comerciales de los componentes analógicos disponibles.
- **Digital Primitives:** Contiene los componentes digitales genéricos.
- **Digital Library:** Contiene los modelos comerciales de los componentes digitales disponibles.
- **Animation:** Contiene objetos con animación que responden a un clic del usuario durante una simulación.
- **Filters:** Contiene macros de filtro creados por la función Filter design.
- **Find Components:** Busca un componente en la librería de componentes.

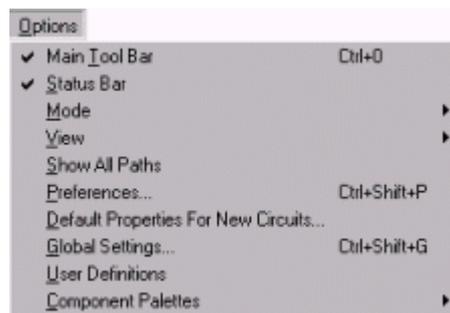
### 3.5- Menú Windows



- **Cascade:** (SHIFT+ F5) Ordena, en forma de cascada las ventanas abiertas.
- **Tile Vertical:** (SHIFT+ F4) Ordena las ventanas abiertas en forma vertical sin solapamientos.
- **Tile Horizontal:** Pone las ventanas abiertas en forma horizontal sin solapamientos.
- **Overlap:** Solapa la ventana del circuito con la ventana de análisis.
- **Maximize:** Aumenta al máximo la ventana activa.
- **Arrange Icons:** Ordena los iconos de la ventana.
- **Zoom In:** (CTRL + numeric Keypad +) Si la ventana activa es un esquema, esta orden la magnifica. Afecta sólo el despliegue, no el tamaño de impresión.
- **Zoom Out:** (CTRL + numeric Keypad -) Disminuye la ventana activa si ella fuera un esquema. Esta orden afecta sólo el despliegue, no el tamaño de impresión.
- **Toggle Drawing/Text:** (CTRL + G) Permite pasar desde la ventana del esquema o área de dibujo, a la ventana de texto y viceversa.
- **Split Horizontal:** Permite ver las ventanas de dibujo y de texto en forma simultánea, horizontalmente y sin solapamientos.
- **Split Vertical:** Permite ver las ventanas de dibujo y de texto en forma simultánea, verticalmente y sin solapamientos.
- **Remove Split:** Elimina cualquiera de los comandos *Split*.
- **Component editor:** Permite acceder al editor de Componentes. Este editor se usa para agregar un componente a la biblioteca de Componentes.
- **Shape editor:** Permite acceder al editor de gráficos para componentes. Cada componente de la biblioteca de Componentes usa una forma gráfica contenida en la *Shape Library*. Este editor maneja esa biblioteca.

- **Package editor:** Accede al editor de encapsulados, maneja la información necesaria para manejar los programas de diseño de placas más populares.
- **Model Programa:** Accede el programa Model, programa que modela las partes comerciales perfeccionando los parámetros a fin de coincidir con las especificaciones.
- **Calculator:** Con esta orden se accede a una calculadora que puede computar el resultado numérico de cualquier expresión de MC6. Por ejemplo, puede calcular la tensión entre dos nodos:  $V(A)-V(B)$  o la potencia en una resistencia:  $PD(R1)$ . Las variables tomarán los valores actuales.
- **Files in Memory:** Lista los archivos abiertos en la memoria, pudiendo seleccionar cualquiera de ellos de esa lista.

### 3.6- Menú Options

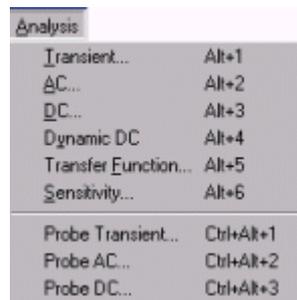


- **Main Tool Bar:** (CTRL + O) Muestra o no la barra de la herramienta principal.
- **Status Bar:** Muestra o no la barra de Estado adelante.
- **Mode:** Accede el submenú *Mode*. Contiene los siguientes items:
  - **Select:** (CTRL + E) Permite seleccionar objetos o componentes para cambiarles atributos, tales como nombre, etc.
  - **Component:** (CTRL + D) Este modo le permite agregar un componente al esquema.
  - **Text:** (CTRL + T) Agrega textos a la ventana de dibujo o esquema.
  - **Wire:** (CTRL + W) Este modo agrega conexiones ortogonales al dibujo.
  - **WireD:** Este modo agrega conexiones diagonales al esquema.
  - **Line, Rectangle, Diamond, Ellipse, Arc, Pie:** Adiciona objetos gráficos al esquema.

- **Polygon:** Permite poner un polígono en un punto de análisis. El polígono es usado para definir los rangos específicos.
- **Flag:** Este modo se usa para insertar banderas en el esquema o dibujo. Estas se usan para marcar puntos y poder moverse rápidamente.
- **Picture:** Este modo permite poner ver los archivos en el modo esquemático.
- **Scale:** (F7) Pone el gráfico del análisis en modo *Scale*.
- **Cursor:** (F8) Pone la gráfica de análisis en modo *Cursor*.
- **Point Tag:** Pone una etiqueta que mide el valor de X e Y en un punto de waveform.
- **Horizontal Tag:** Pone una etiqueta horizontal entre dos puntos. Esta etiqueta mide la diferencia horizontal entre los datos o entre dos waveforms. Por ejemplo, permitirá medir un ancho de pulso, o un retraso de tiempo si la expresión de X es Time.
- **Vertical Tag:** Permite poner una etiqueta vertical entre dos datos. Esta etiqueta mide la diferencia vertical entre dos puntos o dos waveforms.
- **Help:** (CTRL + H) Invoca el modo de ayuda de los componentes. Haciendo click, con el ratón, sobre un componente del área de dibujo se podrá ver sus parámetros y la sintaxis del modelo.
- **Info:** (CTRL + yo) Invoca el modo *Info*. En este modo, haciendo clic delante de un componente se despliegan sus parámetros estándares, el subcircuito, la descripción, etc., dependiendo del componente.
- **View:** Estas opciones determinan lo que se verá en el área de dibujo.
  - **Attribute Text:** Muestra, o no, los atributos del texto de un componente.
  - **Grid Text:** Muestra el texto de un esquema. Este texto fue creado con la herramienta de Texto.
  - **Command Text:** (ALT +.) Muestra el texto que empieza con un punto (". ").
  - **Node Numbers:** Muestra, o no, los números de nodo asignados por el programa a cada nodo.
  - **Node Voltages/States:** Muestra las tensiones de DC de un nodo.
  - **Current:** Muestra las corrientes del circuito.
  - **Power:** Muestra las potencias desarrolladas sobre los componentes del circuito.
  - **Condition:** Muestra las condiciones de estado de los dispositivos como ON, OFF, LIN, SAT y HOT para los TBJs.
  - **Pin Connections:** Muestra los pines de conexión del circuito.

- **Grid:** Despliega una grilla en el esquema.
- **Cross-hair Cursor:** Agrega un cursor con forma de cruz.
- **Border:** Agrega un borde al esquema.
- **Title:** Permite agregar el título al esquema.
- **Preferences:** (CTRL + SHIFT +P) Accede al cuadro de diálogo de *Preferences*, que permite modificar distintas opciones, tales como: Sonido, impresión del esquema, etc.
- **Color Palettes:** Permite definir paletas de colores personalizados. Haciendo click sobre los cuadros de color se puede personalizar los atributos de los colores.
- **Format:** Controla el formato numérico usado por *Node Voltage*, *Current*, *Power*, etc.
- **Default Properties for New Circuits:** Abre la caja de diálogo que permite controlar las propiedades de nuevos circuitos. Incluye: *Schematics*, *Color/Font*, *Title*, etc.

### 3.7- Menú Análisis



El menú *Análisis* se usa para seleccionar el tipo de análisis que se desea realizar, al circuito de la ventana activa. Proporciona las siguientes opciones:

- **Transient:** (ALT + 1) Selecciona el análisis transitorio. Permite trazar la forma de la onda en el dominio del tiempo. Es similar a lo que se vería con un osciloscopio.
- **AC:** (ALT + 2) Permite trazar curvas en el dominio de frecuencia. Es similar a lo que se vería con un analizador del espectro.
- **DC:** (ALT + 3) Permite trazar diversas curvas. Es similar a lo que se vería con un trazador de curvas.
- **Dynamic DC:** (ALT + 4) Permite visualizar corrientes tensiones y potencias en el esquema del circuito.

- **Transfer Function:** (ALT + 5) Selecciona el modo del análisis en la que el programa calcula la función transferencia para pequeñas señales en DC.
- **Sensitivity:** (ALT + 6) Selecciona un modo del análisis en la cual el programa calcula la sensibilidad en DC.
- **Probe Transient:** (CTRL + ALT + 1) Selecciona el análisis transitorio en el modo de prueba. En este modo, el análisis transitorio se corre y los resultados son guardados en el disco.
- **Probe AC:** (CTRL + ALT + 2) Selecciona el modo de prueba en AC.
- **Probe DC:** (CTRL + ALT + 3) Selecciona el modo de prueba en DC.

### 3.8- Menú Design



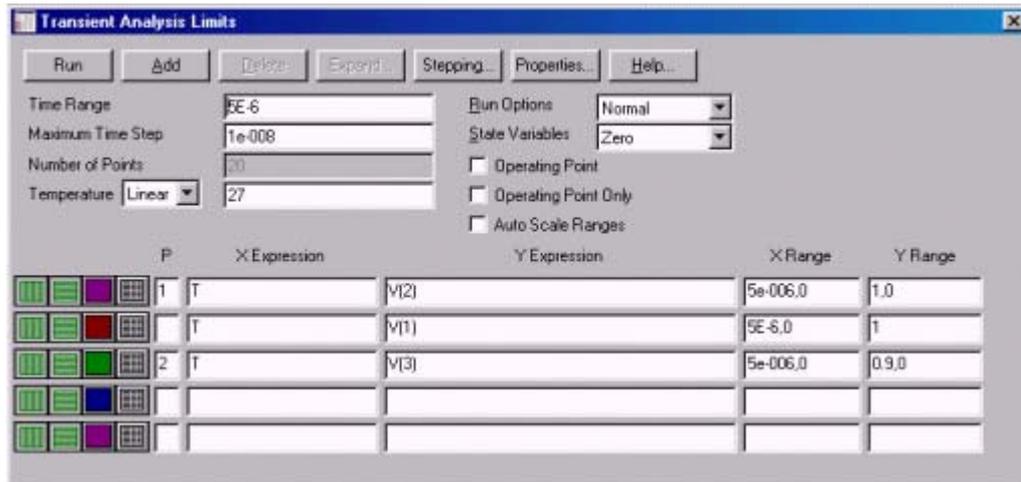
El menú *Design* permite acceder a las funciones de diseño de filtros.

- **Active Filters:** Esta sección accede al diseñador de Filtros Activos. Estos pueden ser: pasa bajos, pasa altos, pasa banda y de ranura. La configuración del filtro puede ser Butterworth, Chebyshev, Bessel, elíptico, o Chebyshev inverso
- **Passive Filtres:** Esta sección accede al diseñador de filtros pasivos con condensadores e inductores. El tipo del filtro puede ser pasa bajos, pasa altos, pasa banda, o de ranura. La configuración del filtro puede ser Butterworth o Chebyshev.

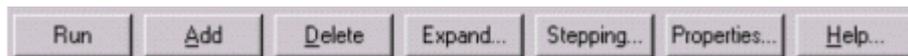
## 4.- Análisis Transitorio

Cuando se solicita el análisis transitorio se abre un cuadro de diálogo, que se divide en cinco áreas diferentes: Botones de comando, Límites numéricos, Opciones de fuente, Campo de expresiones y Opciones.

### 4.1-Cuadro de diálogo del Análisis Transitorio



#### 4.1.1- Botones de Comando



- **Run:** (F2) Hace correr el análisis. Permite seleccionar entre tres opciones posibles: *Normal*, *Save*, *Retrieve*.
- **Add:** Agrega otro campo, en el cual se podrá incorporar variables a analizar.
- **Delete:** Anula el campo, junto con sus expresiones, donde está el cursor.
- **Expand:** Extiende el campo de texto, donde está el cursor.
- **Stepping:** Invoca la caja de diálogo *Stepping*.
- **Properties:** Invoca la caja de diálogo de Propiedades.
- **Help:** Invoca la ayuda en pantalla. El sistema de Ayuda proporciona la información por índice y por tema.

#### 4.1.2- Límites Numéricos

Corresponde al campo que se visualiza de la siguiente manera:

Time Range	.01
Maximum Time Step	1e-6
Number of Points	51
Temperature	Linear 27

Proporciona el control sobre el rango de tiempo de análisis, los paso de tiempo, el número de puntos impresos, y la temperatura(s) usada.

- **Time Range:** Este campo determina el comienzo y el final del tiempo para el análisis, o sea desde cuando hasta cuando se realizará la simulación. El formato del campo es:

$$\langle \text{tmax} \rangle [ , \langle \text{tmin} \rangle ]$$

La simulación empieza en un tiempo igual a  $\langle \text{tmin} \rangle$  y finaliza en  $\langle \text{tmax} \rangle$ . El valor predeterminado de  $\langle \text{tmin} \rangle$  es cero.

- **Máximun Time Step:** Este campo define el paso de tiempo máximo que el programa usará. Cuando el valor del campo es cero, el programa usa el valor por defecto, que es  $(\langle \text{tmax} \rangle - \langle \text{tmin} \rangle) / 50$ .
- **Number of Point:** El contenido de este campo determina el número de valores impresos en la salida numérica, si ella está habilitada. El valor predefinido es 51. El intervalo de la impresión es el tiempo de separación entre impresiones sucesivas. El intervalo de impresión usado es:

$$\text{Intervalos impresos} = (\langle \text{tmax} \rangle - \langle \text{tmin} \rangle) / ([\text{número de puntos}] - 1)$$

- **Temperature:** Este campo especifica la temperatura global de la corrida. Esta temperatura es usada por cada dispositivo, a menos que en algunos de ellos la temperatura esté especificada. Si la Temperatura es Lineal el formato es:

$$\langle \text{high} \rangle [ , \langle \text{low} \rangle [ , \langle \text{step} \rangle ] ]$$

Los valores se especifican en grados Celsius. El valor predefinido de  $\langle \text{low} \rangle$  es:  $\langle \text{high} \rangle$ , y el valor predefinido de  $\langle \text{step} \rangle$  es:  $\langle \text{high} \rangle - \langle \text{low} \rangle$ .

Se producirá un análisis para cada temperatura.

### 4.1.3- Waveform Options

Las opciones de este campo se localizan debajo del campo de los límites Numérico y a la izquierda del campo de las Expresiones. En pantalla se verán los siguientes botones:



Cada opción del *waveform* afecta solo a la fila del *waveform* donde está el cursor. Las opciones son las siguientes:

- La primera opción selecciona el tipo de la escala del eje X: lineal  o logarítmica . La escala logarítmica requiere que la escala tenga valores positivos.
- El segundo botón selecciona el tipo de escala del eje Y: lineal  o logarítmica . La escala logarítmica requiere que la escala tenga valores positivos.
- El tercer botón  selecciona el color de la gráfica. Hay 64 opciones de color.
- El cuarto botón  imprime una tabla con los valores calculados. Esta tabla se guarda con el nombre: “Nombre del Circuito.TNO”

#### 4.1.4- Campo de Expresiones

Refiere al campo que se visualiza:

P	X Expression	Y Expression	X Range	Y Range
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>				

**La Expresión del campo X y del campo Y**, especifican la variable horizontal (X) y la variable vertical (Y) que se desea representar.

MC6 puede evaluar y puede trazar una variedad grande de expresiones. Normalmente estas son como T (tiempo), V(10) (el voltaje del nodo 10), pero las expresiones pueden ser más elaboradas como  $V(2,3)*I(V1)*\sin(2*PI*1E6*T)$ .

Pulsando el botón derecho del ratón sobre el campo, se invoca una lista de expresiones, que permite seleccionar : variables, constantes, funciones, y operadores, o extendidos.

Entre las variables encontramos, por ejemplo:

D(1): Estado digital del nodo 1

V(1): Tensión del nodo 1

V(1,2): Tensión entre el nodo 1 y el nodo 2:  $V(1)-V(2)$

V(D): Tensión en bornes del dispositivo D

F: frecuencia

T: tiempo

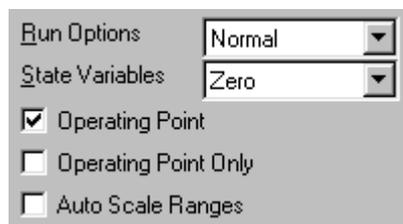
**Los campos X Range e Y Range** especifican las escalas usadas en la simulación, por las variables X e Y. El formato es:

<high> [, <low>]

El valor por defecto de <low> es cero.

Si en el campo se escribe la palabra “*Auto*”, MC6 determina un rango individual automáticamente.

#### 4.1.5- Options



- **Run Options**
  - **Normal:** Ejecuta el análisis sin grabar en disco
  - **Save:** Ejecuta la simulación y grava en disco un fichero con el mismo nombre que el circuito y de extensión TSA.
  - **Retrieve:** Carga previamente una simulación grabada y la ejecuta como si se tratara de una nueva corrida. El archivo de entrada tiene el mismo nombre que el circuito y extensión TSA.
- **State Variables:** Permite controlar las condiciones iniciales de las variables de estado ( tensión en los nodos, corriente por un inductor, estados digitales), a través de un cuadro con tres opciones:
  - **Zero:** Las pone a cero.
  - **Read:** Lee las variables de un archivo previamente grabado, de extensión TOP.
  - **Leave:** Mantiene el último estado de la simulación anterior. Si es la primera simulación, ellos son cero.
- **Operating Point:** Calcula el punto de operación de DC. Sustituye los valores de las variables de estado por los resultados de este análisis previo.
- **Operating Point Only:** Calcula solamente el punto de operación de continua del circuito. Se usa para poder visualizar las tensiones en los nodos del esquema.
- **Auto Scales Ranges:** Pone los campos X Range e Y Range en valor “*Auto*”, cada vez que se ejecuta una nueva simulación.

## 4.2- Manejo de las variables de estado con el editor de variables de estado

En el MC6, se pueden definir las variables de estado con el editor de variables de estado, las cuales son tensiones de nodo, corrientes en inductores y estados digitales de nodos.

Al elegir la opción *Zero*, en el cuadro de diálogo del análisis transitorio, todas las variables de estado pasan a ser cero; con excepción de las definidas en el esquema del circuito.

Si se elige *Read*, el programa toma variables de estado que fueron previamente guardadas por el editor de variables de estado. Este editor tiene la posibilidad de guardar dichas variables en un archivo con el nombre CIRCUITNAME.TOP.

Si se elige la opción *Leave*, se cargarán las variables de estado guardadas en el editor.

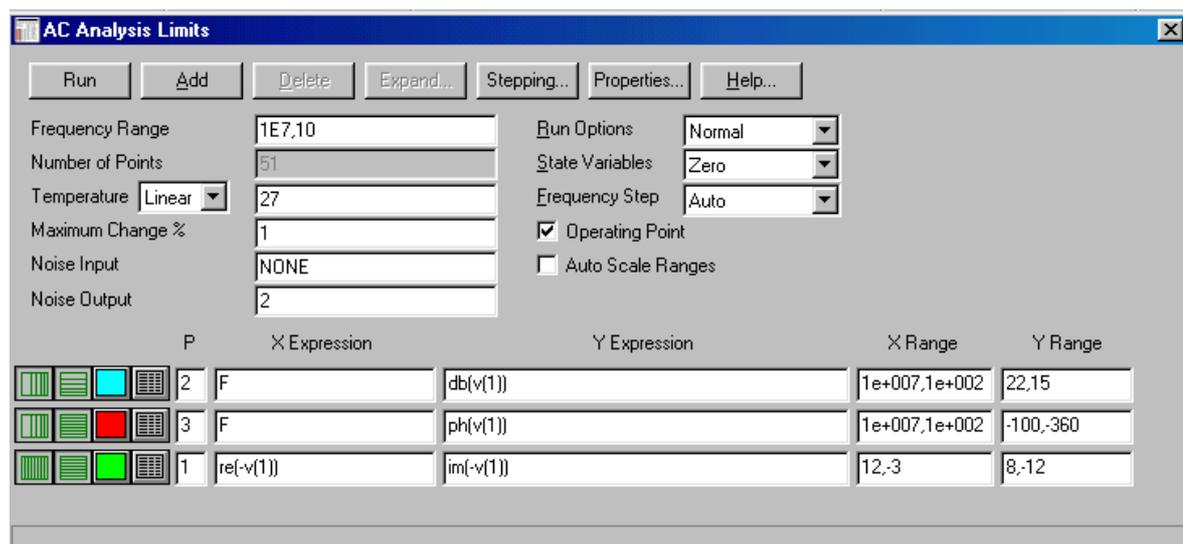
Cada vez que se termina una simulación con esta opción habilitada, los valores finales son guardados y al iniciar una nueva simulación tomará estos valores como variables de estado.

## 5.- Análisis AC

El análisis en frecuencia, se utiliza para estudiar la dependencia con la frecuencia de ciertas variables del circuito. Supone que la excitación es senoidal.

Para ejecutar este análisis, se debe acceder al menú Análisis y hacer click sobre la opción AC.

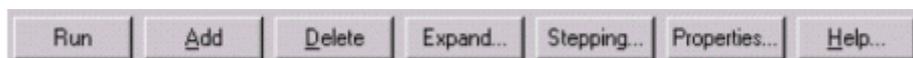
MC6, cambia la pantalla y abre un cuadro de diálogo:



## 5.1- Cuadro de diálogo del Análisis Transitorio

Se divide en cinco áreas diferentes: Botones de comando, Límites numéricos, Opciones de fuente, Campo de expresiones y Opciones

### 5.1.1- Botones de Comando



- **Run:** (F2) Hace correr el análisis.
- **Add:** Agrega un campo donde se podrá incorporar variables a analizar.
- **Delete:** Anula un campo, junto con sus expresiones, donde está el cursor.
- **Expand:** Extiende el campo de texto, donde está el cursor.
- **Stepping:** Invoca la caja del diálogo *Stepping*.
- **Propierties:** Invoca la caja de diálogo de Propiedades.
- **Help:** Este orden invoca la ayuda en pantalla. El sistema de Ayuda proporciona la información por índice y por tema.

### 5.1.2- Límites Numéricos

Corresponde al campo que se visualiza de la siguiente manera:

Frequency Range	1E7,10
Number of Points	51
Temperature <input type="text" value="Linear"/>	27
Maximum Change %	1
Noise Input	NONE
Noise Output	2

Proporciona el control sobre el rango de tiempo del análisis, los paso de tiempo, el número de puntos, y la temperatura(s) usada.

- **Frequency Range:** Este campo determina el rango de frecuencia en que se efectuará el análisis, o sea desde cuando hasta cuando se realizará la simulación. El formato del campo es:

< fmax> [, < fmin>]

La simulación empieza en < fmin> y finaliza en < fmax>.

- **Frequency Step:** Representa el incremento de frecuencia
  - **Auto:** Este método utiliza la primera representación del primer grupo como piloto. Si de una frecuencia a otra la gráfica tiene un incremento vertical superior a *Máximum Change*, se reduce el incremento de la frecuencia; en otro caso se aumenta. Esta es la opción estándar, ya que utiliza el menor número de puntos para producir una representación gráfica suavizada.
  - **Fixed Linear:** Este método ocasiona que el incremento de frecuencia en el análisis, sea siempre el mismo. El número de puntos queda determinado por el campo *Number of Point*.
  - **Fixed Log:** Este método ocasiona que el incremento de frecuencia en el análisis esté espaciado en una escala logarítmica. El número de puntos queda determinado por el campo *Number of Point*.
- **Number of Point:** El contenido de este campo determina el número de valores impresos en la salida numérica, si ella está habilitada. El valor predefinido es 51. El intervalo de la impresión es el tiempo de separación entre impresiones sucesivas.
- **Temperature:** Este campo especifica la temperatura global durante el análisis. Esta temperatura es usada por cada dispositivo, a menos que en algunos de ellos la temperatura esté especificada. Si la Temperatura es Lineal el formato es:

<high> [, <low> [, <step>]]

Los valores se especifican en grados Celsius.

El valor predefinido de <low> es: <high>, y el valor predefinido de <step> es: <high> - <low>. Se producirá un análisis para cada temperatura.

- **Maximum change %:** Controla los pasos de frecuencia cuando se ha seleccionado Auto en el método de pasos de frecuencia (*Frequency Step*).
- **Noise Input:** Es el nombre de la fuente de entrada a ser usada por los cálculos de ruido. Solamente es válida para *Inoise* y *Onoise*.
- **Noise Output:** Especifica los nombres o números de nodos de salida para los cuales se calcula el ruido de salida. El formato es.

Nodo1 [, Nodo2]

Dos nodos separados por comas especifican una tensión de ruido de salida diferencial. Este campo solamente es válido si se calculan las variables *Inoise* y *Onoise*.

### 5.1.3- Opciones de Fuentes

Las opciones de este campo son individuales. Se localiza debajo del campo de los límites Numérico y a la izquierda del campo de las Expresiones. En pantalla se verán los siguientes botones:



Cada opción del *waveform* afecta solo a la fila del *waveform* donde está el cursor. Las opciones son las siguientes:

- La primera opción selecciona el tipo de la escala del eje X : lineal  o logarítmica . La escala logarítmica requiere que la escala tenga valores positivos.
- El segundo botón selecciona el tipo de escala del eje Y : lineal  o logarítmica . La escala logarítmica requiere que la escala tenga valores positivos.
- El tercer botón  selecciona el color de la gráfica. Hay 64 opciones de color.
- El cuarto botón  imprime una tabla con los valores calculados. Esta tabla se guarda con el nombre: “Nombre del Circuito.TNO”

### 5.1.4- Campo de Expresiones

Refiere al campo que se visualiza:

P	X Expression	Y Expression	X Range	Y Range

**La Expresión del campo X y del campo Y**, especifican la variable horizontal (X) y la variable vertical (Y) que se desea representar.

MC6 puede evaluar y puede trazar una variedad grande de expresiones. Normalmente estas son como F (frecuencia), V(10) (el voltaje del nodo 10), pero las expresiones pueden ser más elaboradas como  $V(2,3)*I(V1)*\sin(2*PI*1E6*T)$ .

Pulsando el botón derecho del ratón sobre el campo se invoca una lista de expresiones, que permite seleccionar : variables, constantes, funciones, y operadores, o extendidos.

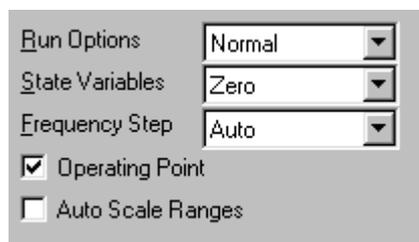
**Los campos X Range e Y Range** especifican las escalas usadas en la simulación, por las variables X eY. El formato es:

<high> [, <low>]

El valor por defecto de <low> es cero.

Si en el campo se escribe la palabra “Auto”, MC6 determina un rango individual automáticamente.

### 5.1.5- Options



- **Run Options**
  - **Normal:** Ejecuta el análisis sin grabar en disco
  - **Save:** Ejecuta la simulación y grava en disco un fichero con el mismo nombre que el circuito y de extensión TSA.
  - **Retrieve:** Carga previamente una simulación grabada y la ejecuta como si se tratara de una nueva corrida. El archivo de entrada tiene el mismo nombre que el circuito y extensión TSA.
- **State Variables:** Permite controlar las condiciones iniciales de las variables de estado ( tensión en los nodos, corriente por un inductor, estados digitales), a través de un cuadro con tres opciones:
  - **Zero:** Pone las variables de estado en cero.
  - **Read:** Lee las variables de estado de un archivo previamente grabado, de extensión TOP, y las usa en los valores iniciales de la simulación..
  - **Leave:** Mantiene los valores de las variables de estado finales de la simulación anterior. Si es la primera simulación, ellos son cero.
- **Operating Point:** Calcula el punto de operación de DC. Sustituye los valores de las variables de estado por los resultados de este análisis previo.

- **Operating Point Only:** Calcula solamente el punto de operación de continua del circuito. Se usa para poder visualizar las tensiones en los nodos del esquema.
- **Auto Scales Ranges:** Pone los campos *XRange* e *YRange* en valor “Auto”, cada vez que se ejecuta una nueva simulación.

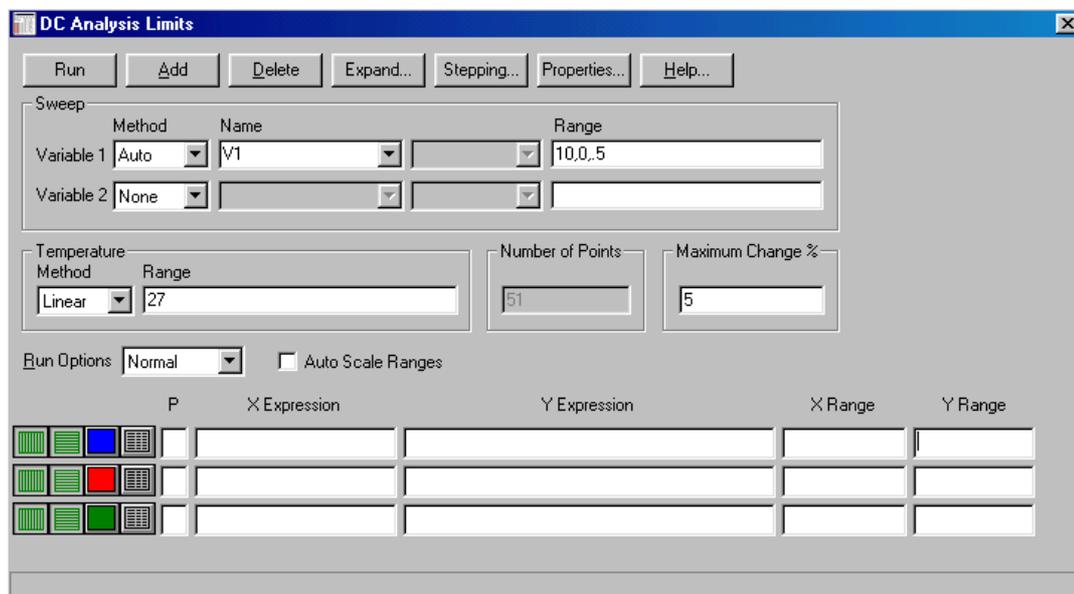
## 6.- Análisis DC

El análisis DC, se utiliza para conocer la relación entre dos variables del circuito. Para ello representa en un eje de coordenadas una de las variables, y en el otro eje de coordenadas la otra variable. Al ser un análisis de continua, el programa tratará a los capacitores como circuitos abiertos y a las bobinas como corto circuitos

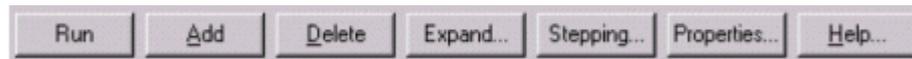
Para ejecutar el Análisis DC, se debe elegir la opción DC del menú Análisis. A continuación, cambia la pantalla y aparece un cuadro de diálogo donde se declaran los límites de este análisis.

### 6.1- Cuadro de diálogo del Análisis DC

Se divide en cinco áreas diferentes: Botones de comando, Sweep group, Opciones de fuente, Campo de expresiones y Opciones.



### 6.1.1- Botones de Comando



Contiene siete botones de comando, que son:

- **Run:** Hace correr el análisis.
- **Add:** Agrega un campo donde se podrá incorporar variables a analizar.
- **Delete:** Anula un campo, junto con sus expresiones, donde está el cursor.
- **Expand:** Exiende el campo de texto, donde está el cursor.
- **Stepping:** Invoca la caja del diálogo *Stepping*.
- **Propierties:** Invoca la caja de diálogo de Propiedades.
- **Help:** Este orden invoca la ayuda en pantalla. El sistema de Ayuda proporciona la información por índice y por tema.

### 6.1.2- Sweep group

	Method	Name	Range
Variable 1	Auto	V1	10,0..5
Variable 2	None		

La definición de cada campo en este grupo es como sigue:

- **Variable 1:** Esta fila especifica el Método, el Nombre, y el Rango presenta para la variable 1. Su valor normalmente se traza sobre el eje X. Los campos para esta variable son:
  - o **Method:** Este campo especifica uno de los cuatro métodos para barrer o correr la variable: Auto, Lineal, Log, o List.
    - ▶ **Auto:** En este modo el tamaño del paso se ajusta para que el cambio punto a punto sea menor que el valor de *Maximum Change%*.
    - ▶ **Linear:** Este modo usa la siguiente sintaxis:  
$$\langle \text{start} \rangle [ , \langle \text{end} \rangle [ , \langle \text{step} \rangle ] ]$$

*Start* por defecto es 0,0. Los valores predeterminados de *Step* es  $(\text{start} - \text{end})/50$ .

- ▶ **Log**: Este modo usa la siguiente sintaxis:

$\langle \text{start} \rangle$  [,  $\langle \text{end} \rangle$  [,  $\langle \text{step} \rangle$ ]]

El valor predeterminado de *start* es  $\text{end}/10$ . El valor predeterminado de *step* es  $\exp(\ln(\text{end}/\text{start})/10)$ .

La variable comienza en el valor *Start*, y sus valores subsecuentes se calculan multiplicando por *step* hasta alcanzar el valor de *end*.

- ▶ **List**: Este modo usa la sintaxis siguiente:

$\langle \text{el } v1 \rangle$  [,  $\langle \text{el } v2 \rangle$  [,  $\langle \text{el } v3 \rangle$ ]]... [,  $\langle \text{el } vn \rangle$ ]]

La variable simplemente adopta cada uno de los valores  $v1, v2, \dots, vn$ .

- o **Name**: Este campo especifica el nombre de Variable 1, que puede ser un voltaje de la fuente, temperatura, un parámetro del modelo, o un parámetro simbólico (creado con un *.DEFINE*).
  - o **Range**: Este campo especifica el rango numérico para la variable. Su sintaxis depende de lo definido en el campo *Method*.
  - **Variable 2**: Esta fila especifica el Método, el Nombre, y el Rango presenta para la segunda variable. Su sintaxis es igual que la de la Variable 1, excepto que las opciones del método de barrido incluye *None* y excluye *Auto*.
  - **Temperature** : Controla la temperatura de la corrida. Los campos son:
    - o **Method**: Especifica uno de dos métodos para barrer la temperatura: Linear o List.
      - ▶ **Linear**: Este modo usa la sintaxis siguiente:

$\langle \text{start} \rangle$  [,  $\langle \text{end} \rangle$  [,  $\langle \text{step} \rangle$ ]]
      - ▶ **List**: Este modo usa la sintaxis siguiente:

$\langle v1 \rangle$  [,  $\langle v2 \rangle$  [,  $\langle v3 \rangle$ ]]... [,  $\langle vn \rangle$ ]]
- La Temperatura simplemente adoptará cada uno de los valores  $v1, v2, \dots, vn$ . Se produce una corrida para cada temperatura.
- o **Range**: Especifica el rango para la variable temperatura. La sintaxis de este campo depende de lo definido en el campo *Method*.
  - **Number of Points**: Es el número de puntos a ser impresos si *Numeric outputs* está habilitado. El valor por defecto es 51
  - **Maximum Change%**: Este valor sólo se usa si se seleccionó *Auto* como método de barrido para la Variable 1.

### 6.1.3- Opciones de Fuentes

Las opciones de este campo son individuales. Se localiza debajo del campo de los límites Numérico y a la izquierda del campo de las Expresiones. En pantalla se verán los siguientes botones:



Cada opción del *waveform* afecta solo a la fila del *waveform* donde está el cursor. Las opciones son las siguientes:

- La primera opción selecciona el tipo de la escala del eje X : lineal  o logarítmica . La escala logarítmica requiere que la escala tenga valores positivos.
- El segundo botón selecciona el tipo de escala del eje Y : lineal  o logarítmica . La escala logarítmica requiere que la escala tenga valores positivos.
- El tercer botón  selecciona el color de la gráfica. Hay 64 opciones de color.
- El cuarto botón  imprime una tabla con los valores calculados. Esta tabla se guarda con el nombre: "Nombre del Circuito.TNO"

### 6.1.4- Campo de Expresiones

Refiere al campo que se visualiza:

P	X Expression	Y Expression	X Range	Y Range
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>				

**La Expresión del campo X y del campo Y**, especifican la variable horizontal (X) y la variable vertical (Y) que se desea representar.

MC6 puede evaluar y puede trazar una variedad grande de expresiones. Normalmente estas son como F (frecuencia), V(10) (el voltaje del nodo 10), pero las expresiones pueden ser más elaboradas como  $V(2,3)*I(V1)*\sin(2*PI*1E6*T)$ .

Pulsando el botón derecho del ratón sobre el campo se invoca una lista de expresiones, que permite seleccionar : variables, constantes, funciones, y operadores, o extendidos.

**Los campos X Range e Y Range** especifican las escalas usadas en la simulación, por las variables X eY. El formato es:

<high> [, <low>]

El valor por defecto de <low> es cero.

Si en el campo se escribe la palabra “Auto”, MC6 determina un rango individual automáticamente.

### 6.1.5- Opciones

The screenshot shows a control panel with the following elements:

- Temperature Method:** A dropdown menu set to "Linear".
- Range:** A text input field containing the number "27".
- Number of Points:** A text input field containing the number "51".
- Maximum Change %:** A text input field containing the number "5".
- Run Options:** A dropdown menu set to "Normal".
- Auto Scale Ranges:** An unchecked checkbox.

- **Temperature:** Especifica la temperatura global durante el análisis. Esta temperatura es usada por cada dispositivo, a menos que en algunos de ellos la temperatura esté especificada. Si la Temperatura es Lineal el formato es:

<high> [, <low> [, <step>]]

Los valores se especifican en grados Celsius. El valor predefinido de <low> es: <high>, y el valor predefinido de <step> es: <high> - <low>. Se producirá un análisis para cada temperatura.

- **Number of Point:** El contenido de este campo determina el número de valores impresos en la salida numérica, si ella está habilitada. El valor predefinido es 51. El intervalo de la impresión es el tiempo de separación entre impresiones sucesivas
- **Run Options**
  - **Normal:** Ejecuta el análisis sin grabar en disco
  - **Save:** Ejecuta la simulación y graba en disco un fichero con el mismo nombre que el circuito y de extensión TSA.
  - **Retrieve:** Carga una simulación grabada previamente y la ejecuta como si se tratara de una nueva corrida. El archivo de entrada tiene el mismo nombre que el circuito y extensión TSA.
- **Maximun change %:** Controla los pasos de frecuencia, cuando se ha seleccionado Auto en el método de pasos de frecuencia (*Frecuency Step*).

- ***Auto Scales Ranges:*** Pone los campos *X Range* e *Y Range* en valor “*Auto*”, cada vez que se ejecuta una nueva simulación.
- 
-