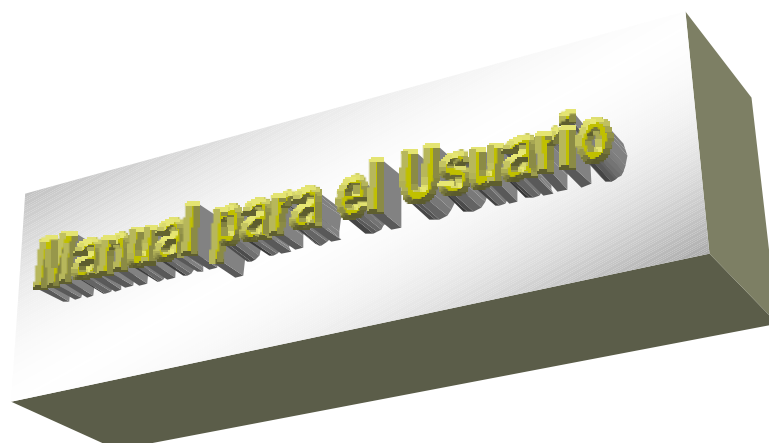




UNIVERSIDAD
de SEVILLA

Programa MicroCap V



1.1.1.1.1.1.1 Grupo de Tecnología Electrónica
Escuela Superior de Ingenieros
Sevilla, 1998

Realizado por Miguel Barroso Guadaño y Antonio Luis Flores Galea.
Dirigido y supervisado por el profesor D. Rafael Luis Millán Vázquez de la Torre.

Servicio de Publicaciones de la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla
Camino de los Descubrimientos, s/n. Edificio Plaza de América. 41092 Sevilla

Manual de Micro-Cap V.

1.-Introducción.

Micro-Cap V es un programa de simulación que nos permite analizar circuitos electrónicos. Es posible simular tanto circuitos analógicos y digitales como circuitos mixtos, o sea, que tienen tanto variables analógicas como digitales a la vez.

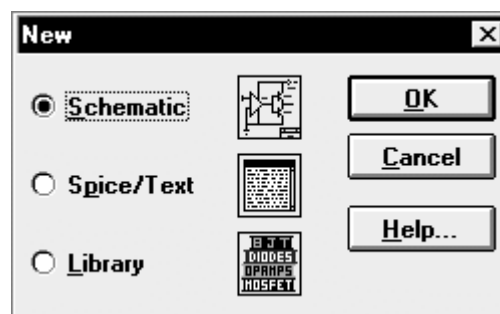
Micro-Cap V incluye un simulador analógico compatible con Spice, totalmente integrado con un simulador digital que también usa una sintaxis compatible con Pspice. El simulador digital es un simulador real, no solo un evaluador de expresiones booleanas.

El diseño del circuito puede hacerse con ayuda de un editor gráfico, o bien editando un fichero de texto en formato SPICE.

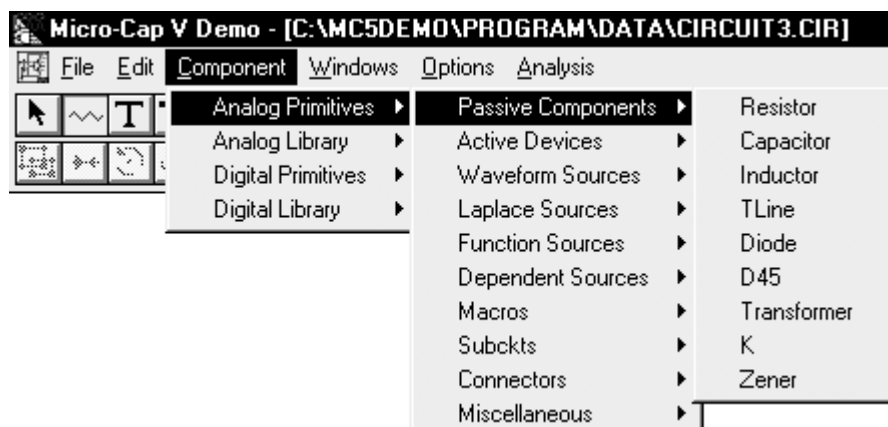
2.-Diseño de un circuito.

Los pasos que hay que seguir para diseñar un circuito son:

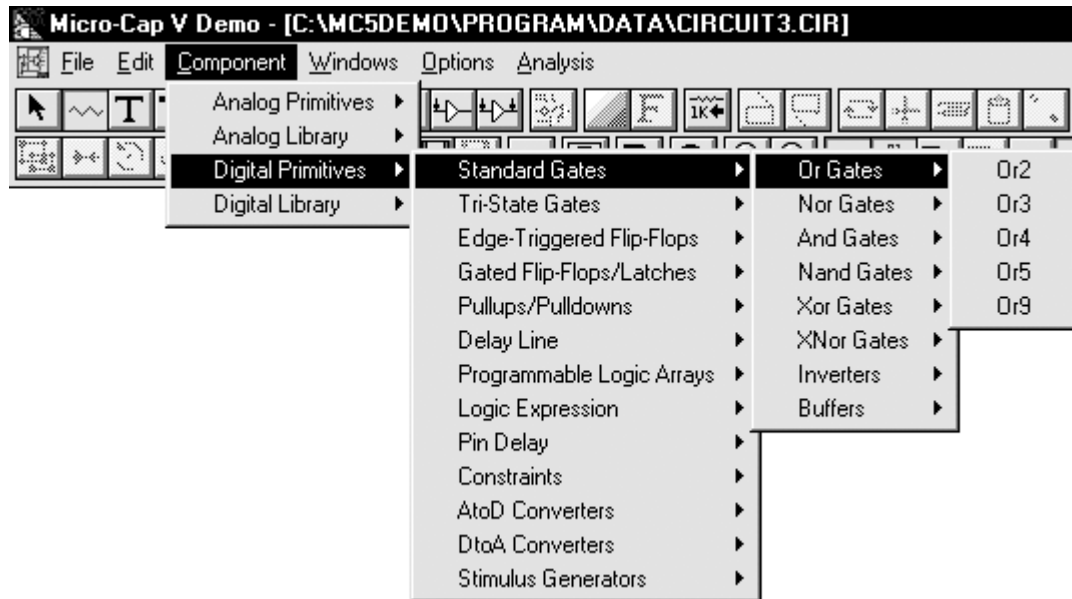
- Abrir un documento nuevo, y elegir la opción 'Schematic' para dibujar el circuito, o la opción Spice/text para crear el fichero de texto con formato Spice.



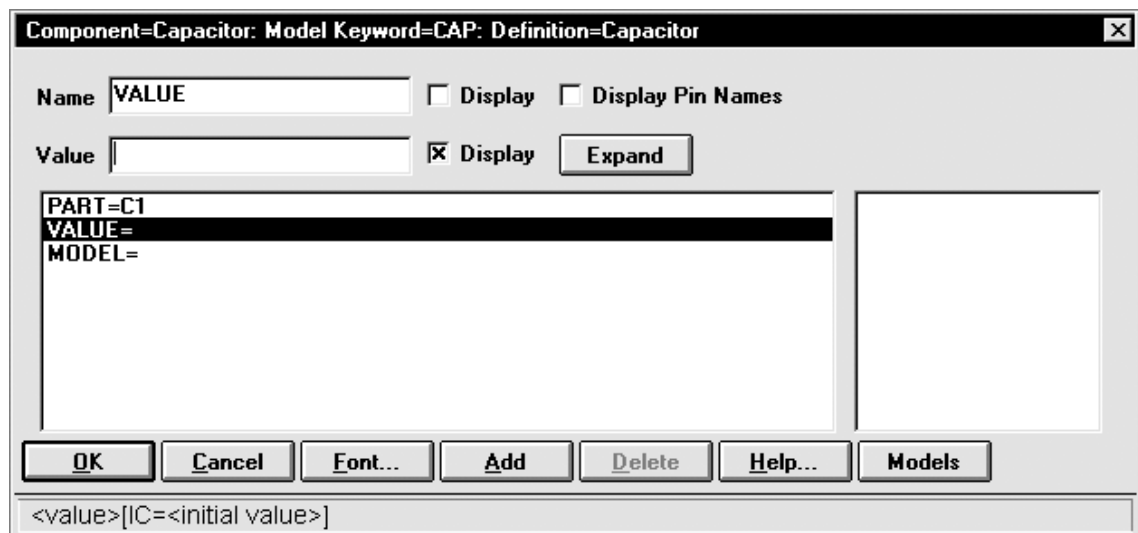
- Los componentes se seleccionan desde el menú, y son colocados en el esquemático mediante el ratón. La orientación de los componentes puede ser cambiada pulsando el botón derecho del ratón o presionando la barra



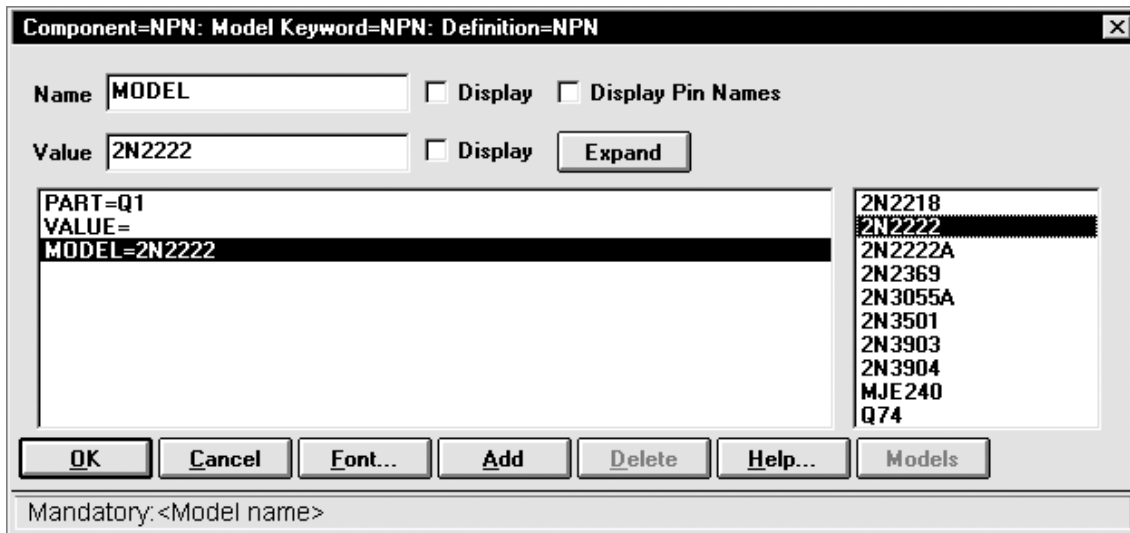
espaciadora. Para seleccionar un elemento, seleccionar la opción del menú principal 'Component'. Podemos elegir entonces entre dispositivos analógicos o digitales. Los componentes discretos pueden seleccionarse por su nombre de mercado (Analog/Digital Library). De esta forma el modelo del elemento ya se encuentra definido. También es posible seleccionar el elemento deseado desde las opciones Analog/Digital Primitives, en este caso tenemos que definir el modelo del dispositivo. Otra posibilidad es hacer uso de las distintas paletas.

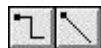



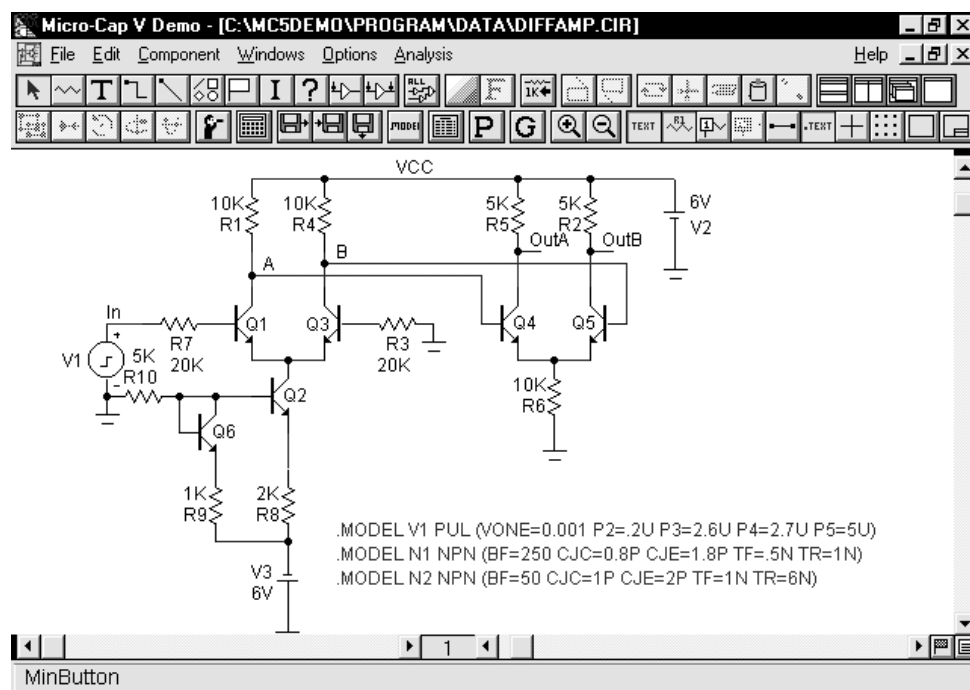
- Cada vez que colocamos un elemento en el esquemático, nos aparece una ventana, en la que podemos definir los valores de elementos como resistencias o condensadores o bien el modelo del elemento seleccionado. El modelo se especifica de igual forma de cómo se hace con Spice. Por ejemplo, un valor para







una fuente de tensión podría ser: dc 1 pulse 0 10m 0 10n 10n 250n 500n. Otras posibilidades son utilizar uno de los modelos que vienen incluidos en las librerías o darle un nombre de un modelo que luego vamos a definir nosotros.





- Para conectar dos componentes, pulsa uno de los siguientes botones:  y dibuja la conexión con el ratón.
- Es posible incluir texto al esquemático. Para entrar en el modo texto, pulsa en el icono  y selecciona con el ratón donde se desea colocar el texto. Texto colocado directamente sobre un nodo se interpreta como el nombre del nodo, el cual puede ser luego usado para referirse al nodo cuando se están representando las gráficas. Otra utilidad es la de permitir insertar líneas de comando, como puede ser la definición de un modelo antes dado a un elemento.



Para interpretar estas líneas  hay que pulsar:

Para poder visualizar los nombres dados a los nodos o las conexiones, hay que tener pulsado el icono: . Para visualizar las líneas de comando introducidas, hay que tener pulsado:  y para visualizar los valores y nombres de los elementos: 

- Es posible duplicar un área del circuito, sin mas que copiar en el portapapeles la zona deseada y pegarla en una nueva localización. Primero definir la región a copiar mediante el ratón, para lo cual es necesario tener pulsado: . Luego copiar en el portapapeles y pulsar en la zona donde se desea pegar. Al pegar, el programa se encarga de renombar los nuevos componentes añadidos automáticamente, para no tener nombres repetidos.
- Para editar los parámetros de los componentes de un circuito o texto de un esquemático, hay  que pulsar, mover el ratón hasta colocarlo sobre el elemento que se quiere editar y hacer un doble click con el botón izquierdo del ratón.

2.1.-Creación y edición de archivos de texto Spice.

Micro-Cap puede analizar archivos de texto Spice tan bien como los esquemáticos. Los archivos de texto Spice pueden crearse externamente con un procesador de texto o un editor de texto o internamente usando el editor del que dispone el programa, como ya se ha explicado antes.

Los ficheros Spice no requieren ninguna extensión especial. Cualquier extensión menos “CIR”, que está reservada para los esquemáticos, puede ser usada. Por convenio, nuestro programa utiliza la extensión “CKT” para los ficheros Spice, aunque cualquier extensión, excepto “CIR”, se puede usar.

Un ejemplo de un archivo Spice, puede ser:

```
eclgate
.TRAN 0.2NS 20NS
.DC VIN -2 0 0.02
.MODEL D1 D RS=40 TT=0.1NS CJO=0.9PF
.MODEL QND NPN BF=50 RB=70 RC=40 CCS=2PF TF=0.1NS TR=10NS
+ CJE=0.9PF CJC=1.5PF PC=0.85 VA=50
.PRINT DC V(9) V(6)
.PRINT TRAN V(9) V(6)
Q3 0 1 3 QND
RS1 2 0 50
Q1 8 0 10 QND
```

```

R1 3 6 60
R2 6 5 820
Q2 0 11 10 QND
RC 8 0 100
Q4 10 6 7 QND
Q5 0 13 7 QND
VIN 2 0 PULSE -1.8 -0.8 1NS 1NS 1NS
VGATE 4 0 PULSE -0.8 -1.8 5NS 1NS 1NS 5NS
VEE 5 0 -6
RE 7 5 280
R5 16 0 100
Q6 0 16 11 QND
R3 5 11 2K
Q7 0 14 13 QND
D2 14 15 D1
R7 15 5 720
R4 13 5 2K
D1 16 17 D1
R6 17 14 60
Q8 0 8 9 QND
RL 5 9 560
RS2 4 1 50
.TEMP 0
.END

```

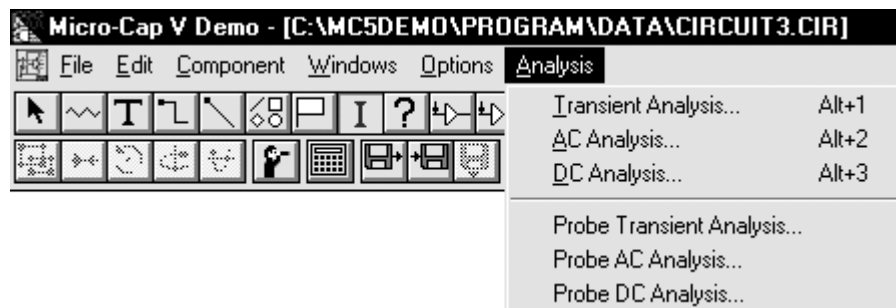
3.-Análisis de un circuito.

Al igual que en el programa Spice, aparecen 3 tipos de análisis:

- a) DC, análisis en continua.
- b) AC, análisis en frecuencia.
- c) Transient, análisis transitorio.

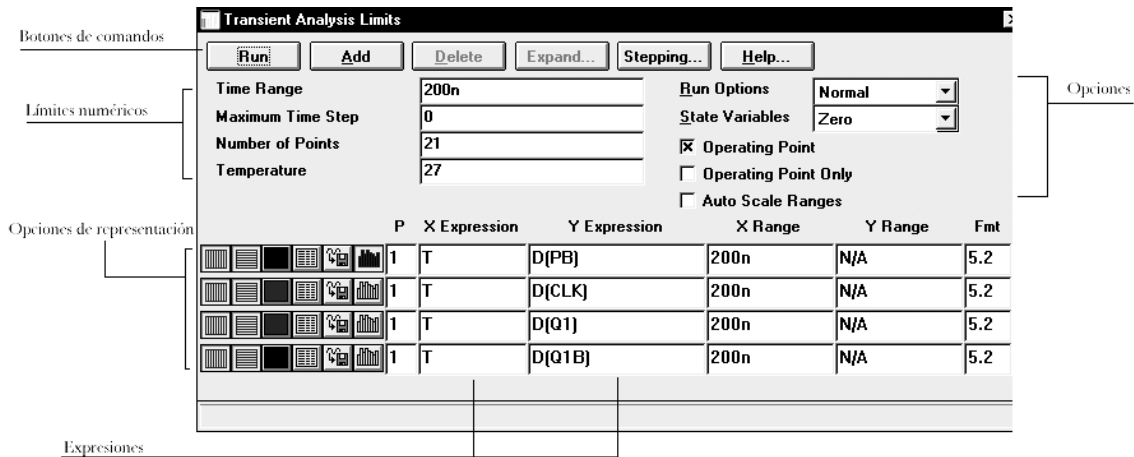
3.1.- Análisis transitorio.

El análisis transitorio se selecciona desde la opción 'Analysis' del menú principal o con ALT+1.



Antes de efectuarse el análisis, nos aparece una ventana donde podemos seleccionar las opciones de la simulación. Esta ventana se divide en cinco áreas:

Botones de comandos, Límites numéricos, Opciones de representación, Campo de expresiones y opciones generales.



- **Botones de comandos.**

Run: Botón de comienzo del análisis.

Add: Añade otro elemento al campo de Opciones de representación y al Campo de expresiones.

Delete: Elimina un elemento del campo de Opciones de representación y del Campo de expresiones, elimina el elemento en el que se encuentra el cursor de texto.

Expand: Este comando expande el campo de texto donde se encuentra el cursor de texto en una ventana grande.

Stepping: Este comando llama a la ventana Stepping. Esto lo veremos mas adelante.

Help

- **Límites numéricos**

Time Range: Tiempo de simulación. El formato de este campo es:

<tmax> [<tmin>]

Por defecto se toma <tmin> igual a cero.

Maximum Time Step: Tiempo de paso maximo. Cuando se pone paso cero, se toma como paso: ($\text{<tmax>} - \text{<tmin>}$)/50.

Number of points: Numero de valores de la salida numérica.

Temperature: Controla la temperatura. La sintaxis es:

<mayor> [, <menor> [, <paso>]]

El valor es en grados Celsius. El valor por defecto de <menor> es <mayor>, y el valor por defecto de <paso> es <mayor> - <menor>. Se produce una simulación por cada temperatura.

- **Opciones de representación.**



Para seleccionar escala lineal o logarítmica en los ejes.



Botón desde el que se elige el color de la señal.



Habilita la generación de un fichero con los valores numéricos de la simulación.

El nombre del fichero será: CIRCUITNAME.TNO



Esta opción salva la onda en un fichero que luego puede ser accedido a través de un User source.

- **Expresiones.**

Los campos de expresiones X e Y especifican las variables que se desean representar. Normalmente se representan variables simples como T (tiempo), V(1) (tensión en el nodo 1) o D(OUT) (estado digital del nodo OUT). Sin embargo, es posible representar variables más complejas como: $V(2,3)*I(v1)*\sin(2*PI*1E6*T)$.


Veamos una tabla con algunas expresiones válidas:

d(CLRB)	Estado digital en el nodo CLRB.
hex(CLRB,PB,1,2)	Estado en los nodos CLRB,PB,1,2 en hexadecimal.
vbe(q3)	Tensión base-emisor en el transistor q3.
i(VCC)	Intensidad a través de la fuente VCC.
i(VCC)*V(VCC)	Potencia suministrada por la fuente.
SUM(I(VCC)*V(VCC),T)/T	Potencia media suministrada por la fuente.
IC(q4)*VCE(q4)	Intensidad de colector por tensión colector-emisor.
qbe(q1)	Carga almacenada base-emisor.
cbc(q4)	Carga base colector.
V(V01,V02)	Tensión entre dos nodos.
Del(V(V01,V02))/del(V(V2))	Derivada numérica de una tensión respecto a otra.

- **Opciones generales.**

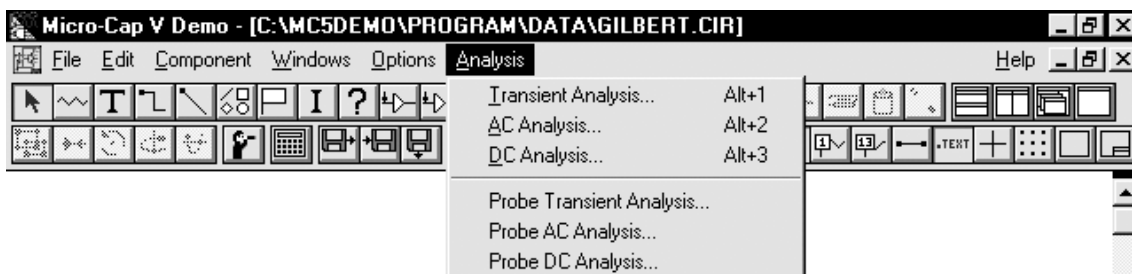
- **Run Options**

- *Normal:* Se simula pero no se salva ésta.
- *Save:* La simulación se salva en un disco.

- *Retreive*: Se carga previamente una simulación antes salvada y se representa como si fuese una simulación nueva.
- **State Variables**
 - *Zero*: Toma condiciones iniciales nulas.
 - *Read*: Se leen las variables de estado previamente salvadas y se usan como condiciones iniciales.
 - *Leave*: Las variables de estado toman como valor inicial el valor final de la anterior simulación. Si es la primera simulación, se toman condiciones iniciales nulas. Si el anterior análisis fue para calcular el punto de operación, se toma como condición inicial el valor DC en el punto de operación.
- **Operating Point**: Se calcula el punto de operación DC, cambiando las variables de estado.
- **Operating Point Only**: Se calcula el punto de operación DC solamente. No se realiza el análisis transitorio. Las variables de estado se ven afectadas como en el caso anterior. Esta opción se usa para poder ver luego directamente en el esquemático las tensiones de los nodos en el punto de operación, pulsando: 
- **Auto Scale Ranges**: La escala de los ejes se ajusta automáticamente. Si está desactivada se atiende a la escala indicada manualmente.

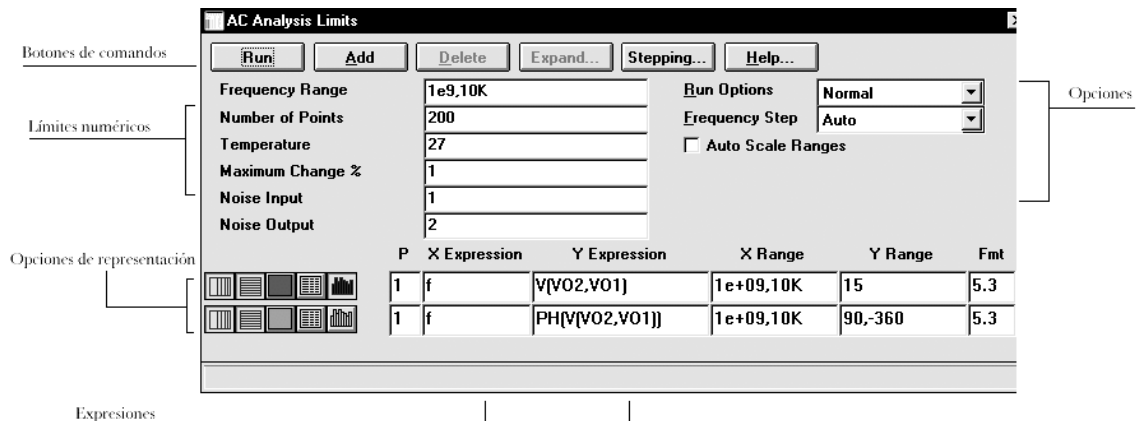
3.2.- Análisis en Frecuencia, AC.

El análisis Ac se accede a través de la opción 'Analysis' del menú principal o con ALT+2.



Nos aparece entonces una ventana donde podemos especificar los parámetros de la simulación, como el rango de frecuencias y el máximo paso de frecuencias en la simulación. De igual forma pueden especificarse el rango de valores de los ejes y las variables que se desean representar, así como el color de éstas. Esta ventana puede

dividirse en cinco áreas principales: Botones de comandos, Límites numéricos, Opciones de representación, Expresiones y Opciones generales.



- **Botones de comandos:** Aparecen los mismos elementos que en el análisis transitorio.
- **Límites numéricos.**
 - *Frequency Range:* Aquí se especifica el rango de frecuencias que se desea simular. La sintaxis es: <Frecuencia superior> [, <Frecuencia inferior>].
 - *Number of Points:* Número de puntos que se desean representar.
 - *Temperature:* Controla la temperatura. La sintaxis es:
 <mayor> [, <menor> [, <paso>]]
 El valor es en grados Celsius. El valor por defecto de <menor> es <mayor>, y el valor por defecto de <paso> es <mayor> - <menor>. Se produce una simulación por cada temperatura.
 - *Maximum Change %:* Controla el paso de frecuencias en la simulación.
 - *Noise Input:* Es el nombre de la fuente de entrada usada para el cálculo con ruidos. Si las variables INOISE y ONOISE no son usadas en el campo de expresiones, este campo es ignorado.
 - *Noise Output:* Indica el número(s) o nombre(s) de lo(s) nodo(s) de salida usados para el cálculo con ruidos.
- **Opciones de representación:** Las opciones de representación son las mismas que en el caso del análisis transitorio.
- **Expresiones.**

Es posible utilizar todas las expresiones que se han visto para el análisis transitorio.

Las expresiones se tratan como magnitudes complejas. Algunas expresiones específicas de este tipo de análisis son:

Db(c)	Valor en decibelios de la expresión compleja c.
Re(c)	Parte real de la expresión c.
Im(c)	Parte imaginaria de la expresión c.
Ph(c)	Fase en grados de c.
Gd(c)	Retraso de grupo de c.
Inoise	Ruido de en el nodo de entrada.
Onoise	Ruido en el nodo de salida.

- **Opciones generales.**

- **Run Options**

- *Normal:* Se simula pero no se salva ésta.
- *Save:* La simulación se salva en un disco.
- *Retreive:* Se carga previamente una simulación antes salvada y se representa como si fuese una simulación nueva.

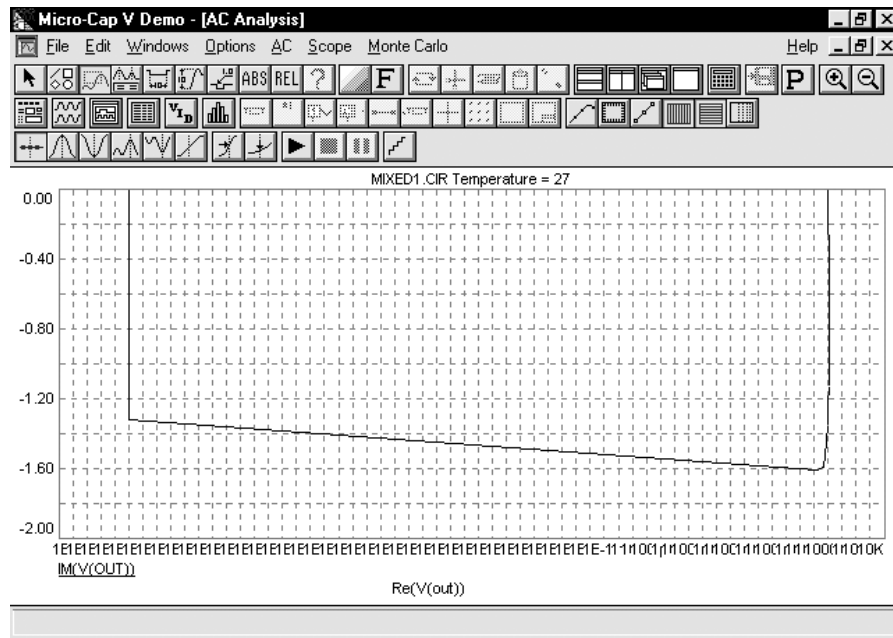
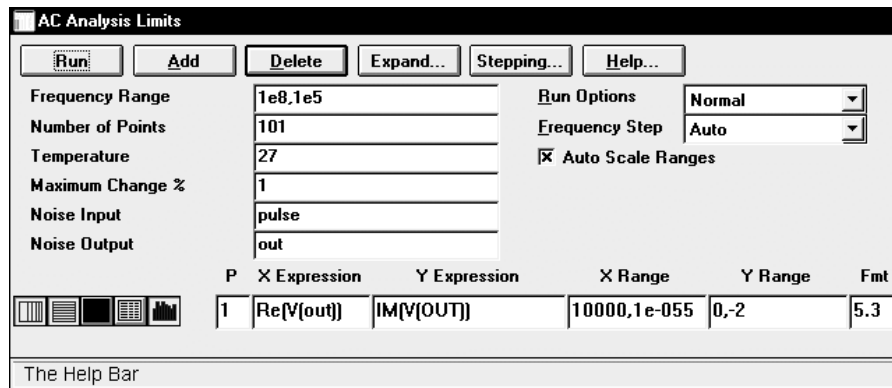
- **Frecuency step**

- *Auto:* Este método usa la primera señal que se representa como señal piloto para el ajuste de los ejes. Este es el método más común.
- *Fixed Linear:* Produce un paso de frecuencia tal que los puntos representados son equidistantes en la escala horizontal lineal.
- *Fixed Log:* Este método o produce un paso de frecuencia tal que los puntos representados son equidistantes en la escala horizontal logarítmica.

- **Auto Scale Ranges:** Si se habilita esta opción no se tienen en cuenta los campos de rangos de representación especificados, ya que estos se ajustan automáticamente.

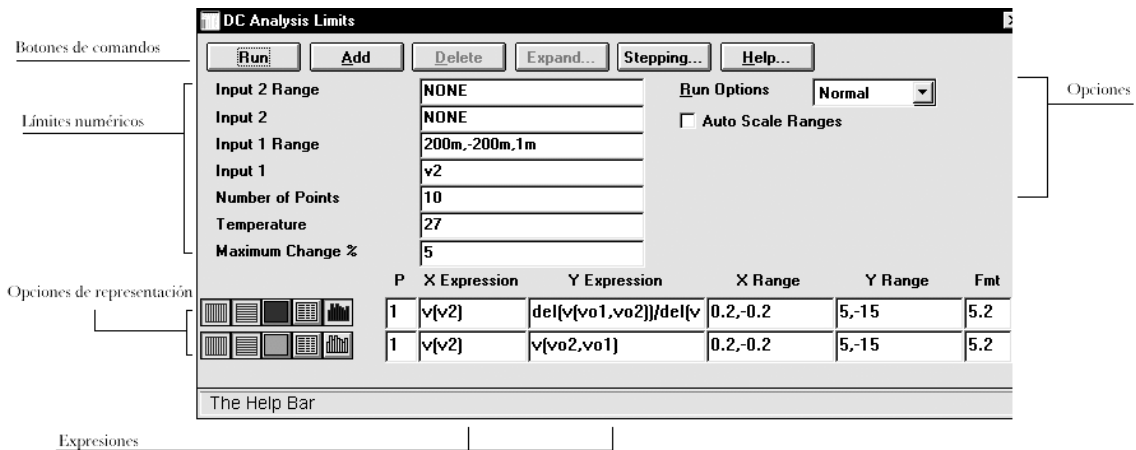
- **Diagramas de Nyquist:**

Es muy fácil representar diagramas de Nyquist. Solo hay que representar la parte real en el eje X y la parte imaginaria en el eje Y.



3.3.- Análisis de continua, DC.

El análisis Dc se accede a través de la opción 'Analysis' del menú principal o con ALT+3. Nos aparece entonces una ventana donde es posible especificar los parámetros de la simulación, como el rango de barrido de las variables. Esta ventana se divide en las mismas cinco áreas que en los casos anteriores.



- **Botones de comandos:** Aparecen los mismos elementos que en el análisis transitorio.
- **Límites numéricos.**

La descripción de cada campo es la siguiente:

- **Input 2 Range:** Este campo controla el rango de la fuente opcional 2. La fuente debe ser del tipo Pulse, Sine, Battery, Isource, o SPICE V o I source. La sintaxis es:

$[final2] [, <inicial2> [, <paso2>]]$

$[final2]$ es el valor final de la fuente y $<inicial2>$ es el valor inicial. El valor por defecto de $<inicial2>$ es cero. Introducir "NONE" si la fuente 2 no es usada. $<paso2>$ es el valor de paso. El valor por defecto del paso es:

$0.1 * ([final2] - <inicial2>).$

- **Input 2:** Este campo especifica el nombre de la fuente 2. La sintaxis es: $[fuente2\ nombre]$
Usa "NONE" si esta fuente no es usada.

- **Input 1 Range:** Este campo controla el rango de la fuente necesaria 1. La fuente debe ser del tipo Pulse, Sine, Battery, Isource, o SPICE V o I source. La sintaxis es:

$<final1> [, <inicial1> [, <paso1>]]$

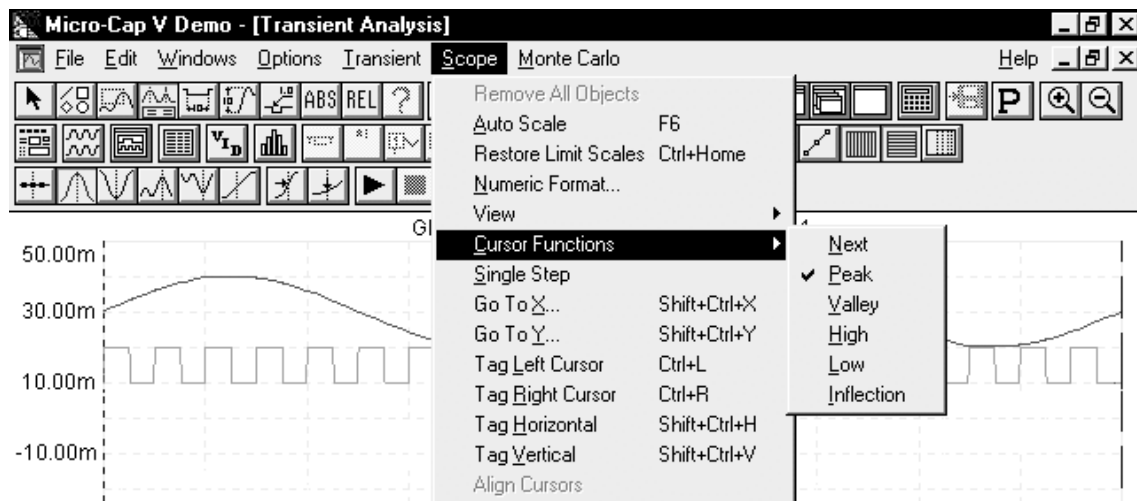
$<final1>$ es el valor final de la fuente y $<inicial1>$ es el valor inicial. El valor por defecto de $<inicial1>$ es cero. $<paso>$ es el valor de paso de la entrada. El valor por defecto es: $0.02 * (<final1> - <inicial1>).$

- **Input 1:** Este campo especifica el nombre de la fuente 1. La sintaxis es:
<fuente1 nombre>
Esta entrada es obligatoria para realizar el análisis.
- **Number of Points:** Es el número de puntos que van a ser interpolados y representados si se solicita salida numérica. El valor por defecto es 51. *<Number of points>* puntos que se representan por cada valor de la fuente 2.
- **Temperature:** Controla la temperatura. La sintaxis es:
<mayor> [, <menor> [, <paso>]]
El valor es en grados Celsius. El valor por defecto de *<menor>* es *<mayor>*, y el valor por defecto de *<paso>* es *<mayor> - <menor>*. Se produce una simulación por cada temperatura.
- **Maximum Change %:** Como procedimiento de análisis, el programa ajusta el paso de la fuente. Si la gráfica cambia de un punto a otro más que este porcentaje, entonces el sistema reduce el paso. Un valor del 5% es bueno para producir curvas suaves.
- **Opciones de representación:** Las opciones de representación son las mismas que en el caso del análisis transitorio.
- **Expresiones:** Las expresiones son las mismas que en el caso del análisis transitorio.
- **Opciones generales.**
 - **Run Options**
 - *Normal:* Se simula pero no se salva ésta.
 - *Save:* La simulación se salva en un disco.
 - *Retrieve:* Se carga previamente una simulación antes salvada y se representa como si fuese una simulación nueva.

- **Auto Scale Ranges:** Si se habilita esta opción no se tienen en cuenta los campos de rangos de representación especificados, ya que estos se ajustan automáticamente.

4.- Visualizador de gráficas, Scope.

Una vez se ha realizado una simulación, nos aparecen las gráficas deseadas. Nos aparece entonces una nueva opción en la barra de tareas, la opción SCOPE. Aparecen también una serie de botones que nos facilitan el acceso a estas opciones. Las opciones de las que disponemos son las siguientes:



- **Remove All Objects:** Elimina todos los objetos de la gráfica.
- **Auto Scale:** Este comando ajusta los ejes de la gráfica cuya expresión está subrayada.
- **Restore Limit Scales:** Restaura las escalas iniciales.
- **View:** Opciones de visionado. Éstas solo afectan a las gráficas que se muestran en pantalla y pueden ser también accedidas con los botones indicados debajo. +



+ **Data Points:** Marca los puntos calculados y que sirven para la interpolación.



+ **Ruler:** Elimina la cuadrícula de la gráfica, pero deja los inicios de las líneas.



+ **Tokens:** Añade unos símbolos a las distintas formas de ondas representadas.



+ **Horizontal Axis Grids:** Añade líneas perpendiculares al eje X.









+ **Vertical Axis Grids:** Añade líneas perpendiculares al eje Y.

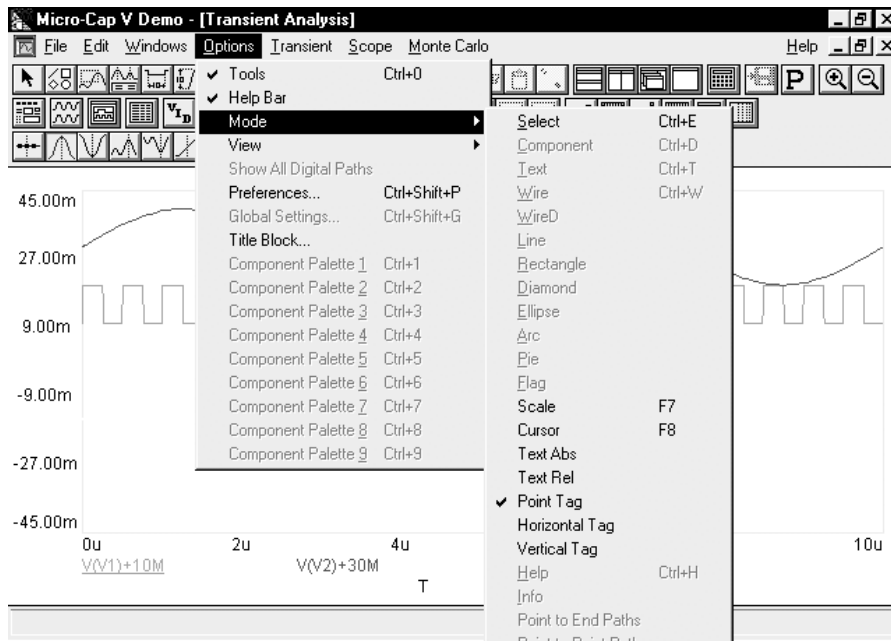


+ **Minor Log Grids:** Añade el menor número de líneas perpendiculares a

cualquier eje que use escala logarítmica.

- **Cursor Functions:** Controla el posicionamiento del cursor en el modo cursor. El modo cursor lo veremos más adelante.
- **Single Step:**  Esta opción muestra la tensión en los nodos o el estado en e  esquemático mientras se cambia de un punto a otro. Para usar esta  opción pulsa el botón y luego, para ver el esquemático, pulsa  uno de los siguientes botones: y luego ejecuta la simulación.
- **Go to X:**  (SHIFT + CTRL + X) Este comando nos permite mover el cursor derecho a la coordenada X indicada, indicándonos el valor de Y correspondiente.
- **Go to Y:**  (SHIFT + CTRL + Y) Este comando nos permite mover el cursor izquierdo a la coordenada Y indicada, indicándonos el valor de X correspondiente.
- **Tag Left Cursor:** (CTRL + L) Comando que crea una etiqueta en el punto que indica el cursor izquierdo. Esta etiqueta indica el valor numérico de las coordenadas.
- **Tag Right Cursor:** (CTRL + R) Comando que crea una etiqueta en el punto que indica el cursor derecho. Esta etiqueta indica el valor numérico de las coordenadas.
- **Tag Horizontal:** (SHIFT + CTRL + H) Este comando crea una etiqueta que marca la diferencia entre las coordenadas en el eje X de los dos puntos señalados por los cursores.
- **Tag Vertical:** (SHIFT + CTRL + V) Este comando crea una etiqueta que marca la diferencia entre las coordenadas en el eje Y de los dos puntos señalados por los cursores.
- **Align Cursors:** Opción solo disponible en el modo cursor y fuerza que los cursores derecho e izquierdo de diferentes gráficas estén en el mismo punto.

Seguidamente elegir **Mode** del menú **Options**. Los distintos modos normalmente son escogidos mediante los correspondientes botones que aparecen. Veamos cada uno de los modos con sus correspondientes botones.



- **Scale:** En este modo de funcionamiento es posible aumentar una zona específica de la gráfica haciendo un zoom.
- **Cursor:** Con este modo se muestran los valores numéricos de cada onda en los puntos señalados por los cursores. El botón derecho del ratón controla el cursor derecho, y el botón izquierdo el cursor izquierdo. Dependiendo del modo de posicionamiento, el siguiente punto al que se moverá el cursor puede ser el siguiente mínimo o máximo local o global, punto de inflexión o el siguiente punto calculado.



- **Text Abs:** Esta es el modo de texto real. Se usa el botón izquierdo para introducir el texto. El texto se introduce donde está colocado el ratón cuando se pulsa el botón. El texto mantiene su posición relativa a la ventana cuando la escala cambia.



- **Text Rel:** Es el modo de texto relativo. Este modo es parecido al anterior, sin

embargo, el texto mantiene su posición relativa a las curvas cuando cambie la escala



• **Point Tag:** En este modo es posible introducir una etiqueta a un punto de manera que muestre las coordenadas de dicho punto.



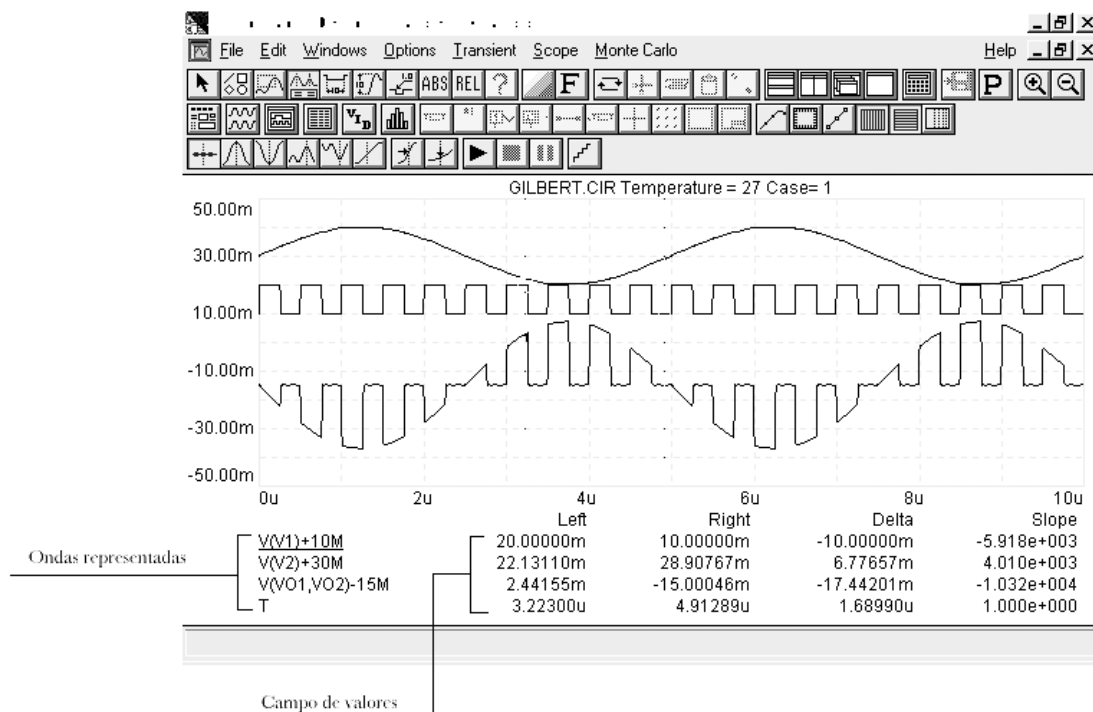
• **Horizontal Tag:** En este modo el botón izquierdo del ratón es usado para marcar la diferencia entre las coordenadas en el eje X entre dos puntos.



• **Vertical Tag:** En este modo el botón izquierdo del ratón es usado para marcar la diferencia entre las coordenadas en el eje Y entre dos puntos.

❖ Modo cursor.

Veamos detenidamente el modo cursor. Se accede con el botón:



El campo de valores de los cursores está colocados debajo de la gráfica, y muestra los valores numéricos de los puntos de las ondas señalados por los cursores. El propósito de cada campo es el siguiente:

- **Left:** Muestra el valor de la coordenada Y señalada por el cursor izquierdo.
- **Right:** Muestra el valor de la coordenada Y señalada por el cursor derecho.
- **Delta:** Muestra el valor de la coordenada Y del cursor derecho menos la coordenada Y del cursor izquierdo.
- **Slope:** Muestra el valor del incremento de Y dividida por el incremento de la coordenada X. Si la coordenada X es T (tiempo), entonces este campo aproxima la

derivada temporal de la onda representada. Si la coordenada Y es una tensión en un componente, y la coordenada X la intensidad a través de ese componente, entonces este campo aproxima la resistencia media de 1 componente en el rango indicado por los cursores.

➤ **Posicionamiento en el modo cursor.**

El cursor derecho se controla con el botón derecho del ratón, y el izquierdo con el izquierdo. El ratón ubica el cursor en cualquier lugar, incluso entre dos puntos resultado de la simulación. El modo de posicionamiento elegido en la barra de tareas afecta cuando el cursor se mueve con los cursores del teclado. Los cursores se mueven sobre la curva cuya expresión está subrayada. Para elegir una curva u otra solo hay que subrayar su expresión, lo cual se hace pulsándola mediante el ratón.



• **Next:** Mueve el cursor hasta el siguiente punto simulado, en la curva seleccionada.



• **Peak:** El cursor se posiciona sobre el siguiente máximo local de la curva.



• **Valley:** El cursor se posiciona sobre el siguiente mínimo local de la curva.



• **High:** El cursor se posiciona sobre el máximo absoluto.



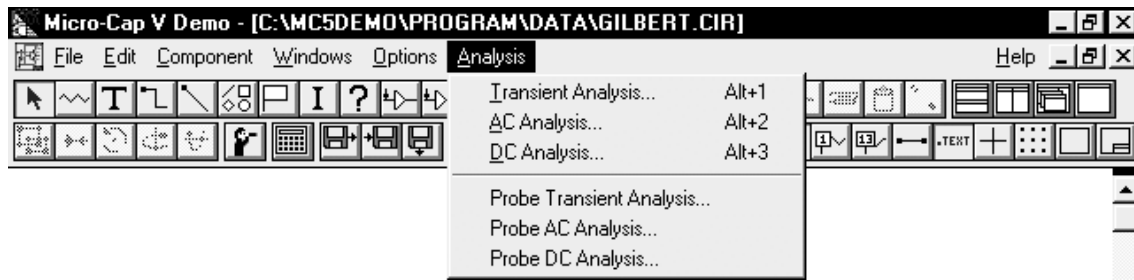
• **Low:** El cursor se posiciona sobre el mínimo absoluto.



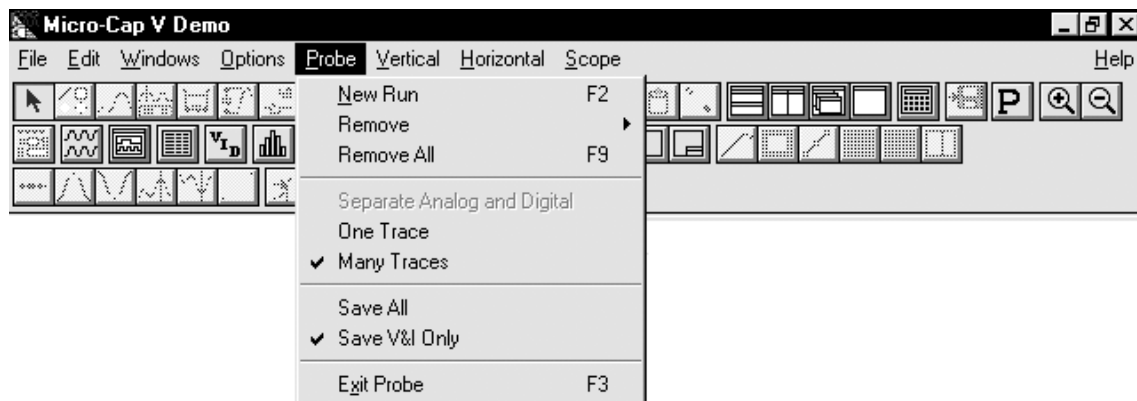
• **Inflection:** El cursor se posiciona sobre el punto que posee mayor derivada primera de la curva seleccionada.

5.-Simulación desde el circuito, Probe.

La opción Probe es otra forma de visualizar los resultados de una simulación. Nos permite indicar un punto en el esquemático y ver las formas de las ondas. La simulación es exactamente igual que en los casos anteriores, salvo que los resultados se graban en un archivo. Cuando se señala un punto en el esquemático con el ratón, el programa determina la forma de onda que se desea representar y la representa.



Si se selecciona uno de los análisis tipo Probe, nos aparece el menú Probe que nos ofrece las siguientes opciones:




- **New Run:** Fuerza que se ejecute una nueva simulación.
- **Remove:** Para borrar una gráfica determinada.
- **Remove all:** Borra todas las gráficas representadas.
- **Separate Analog and Digital:** Separa las gráficas de señales analógicas y digitales.
- **One Trace:** Con este modo solo se representa una onda en la gráfica. Se borra la anterior gráfica cuando se señala otra.
- **Many Traces:** Cada vez que se señala un punto en el esquemático, se representa una nueva onda junto con las que ya se estaban representando.
- **Save All:** Esta opción fuerza a que se salven todas las variables. Usar esta opción solo si se necesita mostrar carga, flujo, capacidad, inductancia, campo B o campo H.
- **Save V&I Only:** Solo se salvan variables de tiempo, tensión, corriente o estados digitales. Usar esta opción si no se quieren mostrar carga, flujo, capacidad, inductancia, campo B o campo H, ya que el acceso para representar el resto de gráficas se hace en un tiempo mucho menor.
- **Exit Probe:** Sale de la simulación.

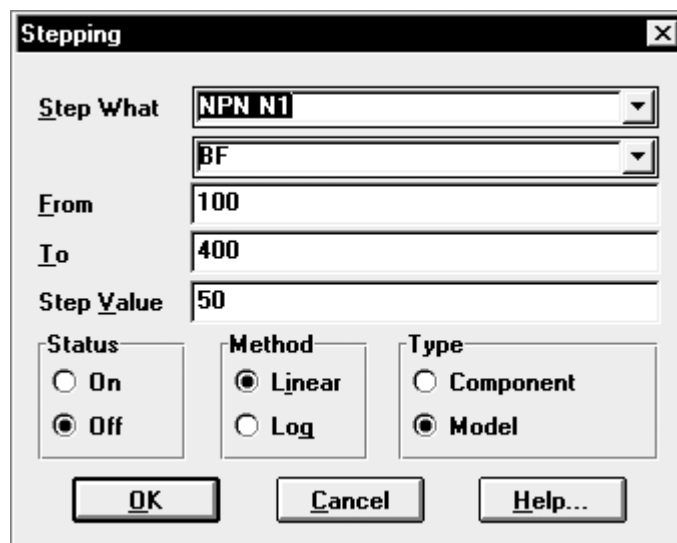
5.1.-Variables que se pueden representar.

El menú *Vertical* sirve para seleccionar la variable del eje vertical, mientras que el menú *Horizontal* sirve para seleccionar la variable del eje horizontal. Cuando con el ratón se selecciona un punto del esquemático, Probe determina si el objeto es un nodo o un componente y si es analógico o digital. Si el objeto es un nodo digital, el programa representa la onda que representa el estado del nodo. Si el objeto es analógico, el programa extrae las variables horizontal y vertical de estos menús y los usa para representar la onda correspondiente. Las variables analógicas disponibles en el análisis transitorio son las siguientes.

- **Voltage:** Si el ratón pulsa sobre un nodo, se selecciona como variable la tensión en el nodo. Si el ratón pulsa sobre un componente de dos terminales, se toma como variable la tensión entre los terminales del elemento. Si se pulsa entre dos terminales de un elemento de más de dos terminales, se toma como variable la tensión entre esos dos terminales.
- **Current:** Si se pulsa un elemento de dos terminales, se toma como variable la corriente a través del elemento. Si se pulsa un terminal de un elemento de más de dos terminales, se toma como variable la corriente a través de ese terminal.
- **Resistance:** Si se pulsa sobre una resistencia, se representa su resistencia.
- **Charge:** Si se pulsa sobre un condensador, se representa su carga. Si se pulsa entre dos terminales de un dispositivo semiconductor, se representa la carga parásita entre esos dos terminales.
- **Capacitance:** Es la capacidad asociada a la carga.
- **Flux:** Si se pulsa sobre una bobina, se representa su flujo.
- **Inductance:** Es la inductancia asociada al flujo.
- **B Field:** Si se pulsa sobre un núcleo, se representa el campo B del núcleo.
- **H Field:** Si se pulsa sobre un núcleo, se representa el campo H del núcleo.
- **Time:** Variable temporal.
- **Linear:** Se selecciona una representación lineal.
- **Log:** Se selecciona representación logarítmica.

6.-Variación de los parámetros, Stepping.

Este tipo de simulación puede obtenerse en cualquiera de los tres tipos de análisis, y permite ver como afectan a las gráficas la variación de uno de los parámetros de uno de los componentes de un circuito. Tan solo hay que pulsar el botón *Stepping* de una de las ventanas en las que se especifican los parámetros de la simulación DC, AC o transitoria, o bien pulsar el botón: . Nos aparece entonces la siguiente ventana:



En ella podemos especificar qué parámetro queremos variar y de qué elemento, así como el rango de variación. Si ejecutamos entonces la simulación, nos aparecen las distintas gráficas que resultan de los distintos valores de los elementos. Veamos un ejemplo.

7.-Análisis de Montecarlo.

El análisis de Montecarlo es un análisis estadístico de un circuito. El análisis de Montecarlo está disponible para los análisis AC y DC. No es posible realizar un análisis de Montecarlo cuando se usa la opción Stepping.

8.-Trabajo con Macros.

Una macro es un circuito completo, creado y salvado para ser luego usado por otro circuito. Las macros se construyen igual que todos los circuitos, salvo que se

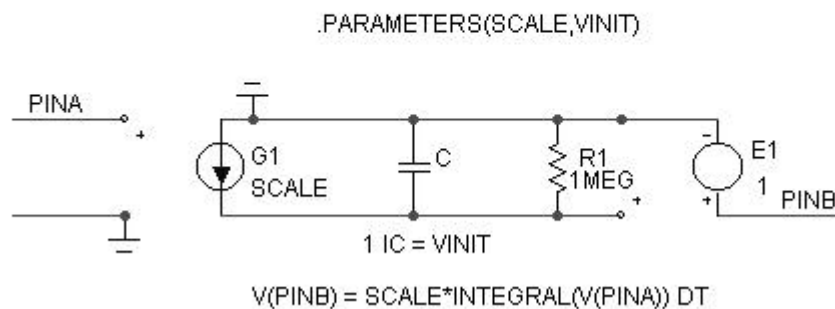
introduce texto de la forma `.PARAMETERS(par1,par2,...)`, para definir los parámetros que luego le pasará el circuito que la llame.

- **Creación de una macro.**

El primer paso es crear el circuito que se quiere usar como macro. Veamos un ejemplo.

INTEGRATOR MACRO

Called by other circuits. Not intended for stand alone analysis.



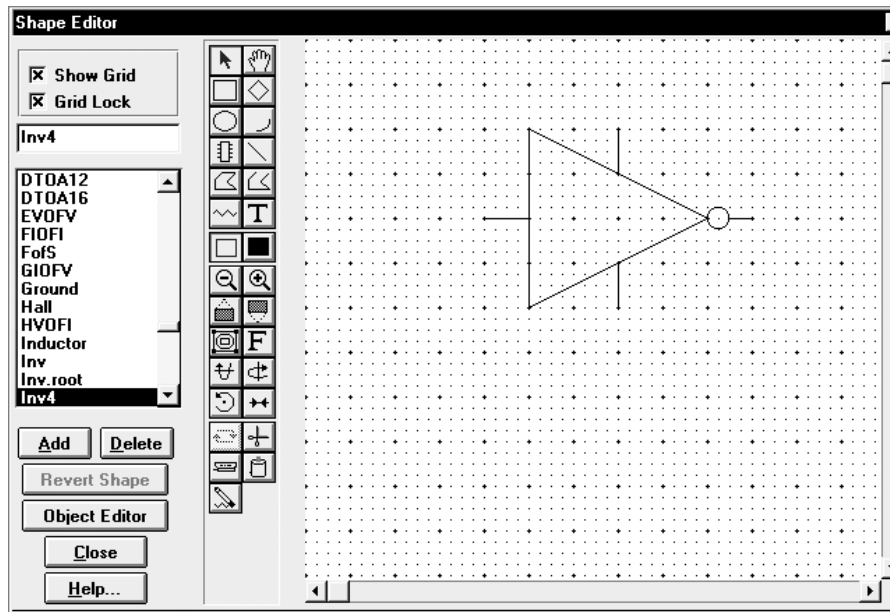
Hay dos cosas que distinguen las macros de los circuitos normales. Primero, las conexiones externas son definidas colocando el nombre de la conexión en el nodo donde se desea la conexión. En el ejemplo las conexiones externas son PINA y PINB. En segundo lugar, la macro recibe parámetros desde el circuito llamante, en la mayoría de los casos. Para definir los parámetros que se le pasan a la macro se usa el comando `.PARAMETERS`. Esto se hace incluyendo un comando de la forma:

`.PARAMETERS(par1[,par2[,par3...]])`

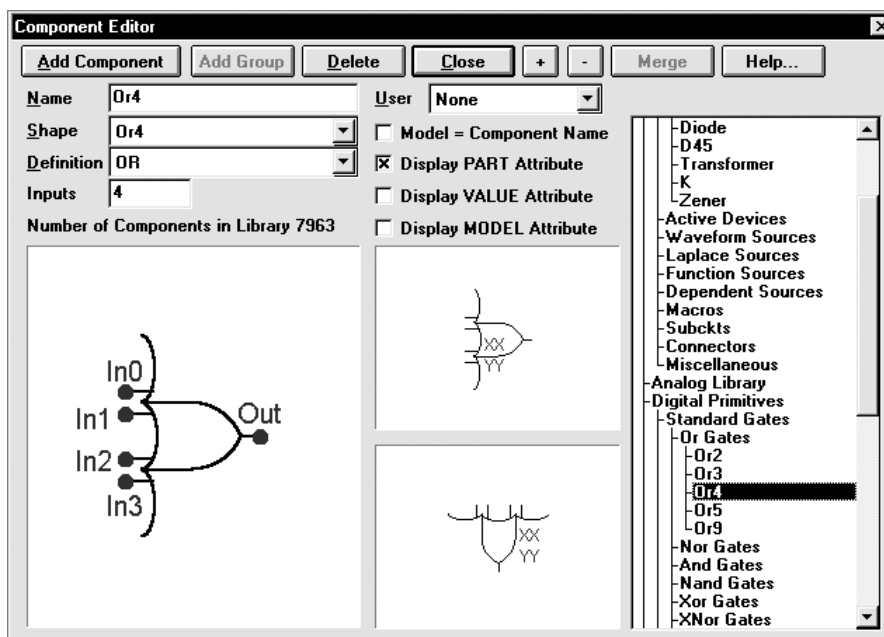
En el ejemplo se pasan los parámetros SCALE y VINIT.

- **Creación del símbolo de una macro.**

El segundo paso es la construcción del símbolo que define la macro. Para esto se usa el editor llamado *Shape Editor*, que se encuentra dentro de la opción *Windows*.



- **Introducción de una macro en una librería.**



Para ello seleccionar *Component Editor* del menú *Windows*.

Seleccionar el grupo *MACRO* para introducir el nuevo componente, pulsar en *Add Component*. En el campo *Name* introducir el nombre que se le va a dar al componente. En el campo *Shape*, introducir el nombre del símbolo que se construyó con el *Shape*

Editor. El campo *Memo* sirve para introducir comentarios o descripciones del componente.

En las gráficas que aparecen es posible variar el pin out como se desee y la ubicación del texto que define los atributos del elemento, como pueden ser los parámetros que le pasa el circuito llamante.

- **Utilización de una macro.**

La utilización de una macro es muy sencilla. Primero seleccionar la macro que se quiere utilizar del menú *Component/Analog primitives/Macros*. Una vez dibujada la macro, nos aparece la ventana correspondiente. En ella es donde se indica el fichero *esquemático.cir* de que hace uso la macro. En el campo VALUE se llama a la macro de la siguiente forma: **esquemático(par1,par2,...)**

9.-Trabajo con Subcircuitos.

Un subcircuito es un circuito definido mediante un fichero de texto Spice, que se guarda para que pueda ser utilizado por otro circuito. El tratamiento de los subcircuitos es análogo al de las macros.

- **Creación de un subcircuito.**

El primer paso es crear el fichero de texto que define al subcircuito. Veamos un ejemplo.

```
* UA741 operational amplifier "macromodel" subcircuit
* connections:  non-inverting input
*               | inverting input
*               || positive power supply
*               ||| negative power supply
*               |||| output
*               |||||
.subckt UA741 1 2 3 4 5
+PARAMS: GG=33
+PARAMS: resistance={ 100k*GG}
*
rr  91 0 {resistance}
c1  11 12 4.664E-12
```

```

c2  6 7 20.00E-12
dc  5 53 dx
de  54 5 dx
dlp 90 91 dx
dln 92 90 dx
dp  4 3 dx
egnd 99 0 poly(2) (3,0) (4,0) 0 .5 .5
fb  7 99 poly(5) vb vc ve vlp vln 0 10.61E6 -10E6 10E6 10E6 -10E6
ga  6 0 11 12 137.7E-6
gcm  0 6 10 99 2.574E-9
iee  10 4 dc 10.16E-6
hlim 90 0 vlim 1K
q1  11 2 13 qx
q2  12 1 14 qx
r2  6 9 100.0E3
rc1  3 11 7.957E3
rc2  3 12 7.957E3
re1  13 10 2.740E3
re2  14 10 2.740E3
ree  10 99 19.69E6
ro1  8 5 150
ro2  7 99 150
rp  3 4 18.11E3
vb  9 0 dc 0
vc  3 53 dc 2.600
ve  54 4 dc 2.600
vlim 7 8 dc 0
vlp 91 0 dc 25
vln  0 92 dc 25
.model dx D(Is=800.0E-18)
.model qx NPN(Is=800.0E-18 Bf=62.50)
.ends

```

Una vez obtenido, hay que guardar el archivo y hacerlo accesible a Micro-Cap. Para ello hay que introducir el nombre del fichero en "NOM.LIB" como sigue:

.LIB "UA741.MOD"

- **Creación del símbolo del subcircuito.**

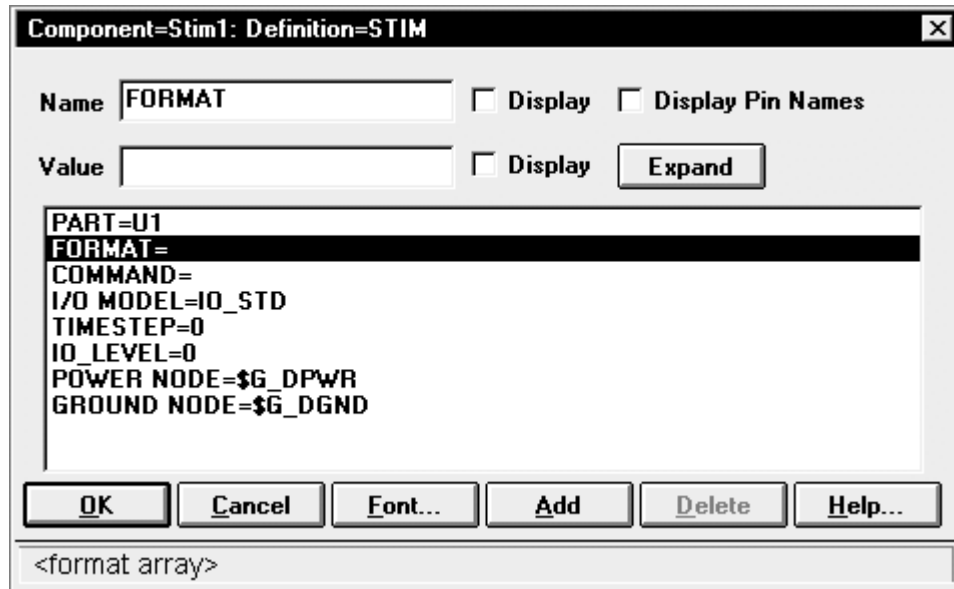
La creación del símbolo del subcircuito es igual que en el caso de las macros.

- **Introducción de un subcircuito en una librería.**

La introducción es análoga al caso de las macros, salvo que hay que seleccionar el grupo de *SUBCKT*.

APENDICE: Entradas digitales.

Para introducir una entrada digital, hay que seleccionarla del menú: *Component/Digital Primitives/Stimulus Generators*. Cuando se coloca esta en el esquemático, nos aparece la ventana de configuración de la entrada.



Veamos con detalle cada uno de los campos.

- Campo PART:

<nombre>

Este campo define el nombre del elemento.

Ejemplos: U1,Uin

- Campo FORMAT:

<tabla de formato>*

Este campo define el formato de las entradas en el campo de comando (command). 1=binario, 3=octal, 4=hexadecimal. La suma de los dígitos de este campo debe ser equivalente al número de salidas del generador digital.

Ejemplos:

1311 ; Generador de seis salidas, tres binarias y una octal.

44 ; Generador de ocho salidas, dos hexadecimales.

1 ; Generador con una sola salida digital.

- Campo COMMAND:

<comando>*

Este campo es en el que se define la forma de onda del generador. Es posible usar un nombre que haya sido definido en el campo de texto con el comando .define.

Ejemplos:

```
0ns 0 label=start 50ns 1 100ns 0 150ns goto start -1 times
0ns 42 +10C A3 +10C 0F 25C 79
AIN w/ define statement
.define AIN
+0ns 1011
+100ns 0011
+200ns 1010
+300ns RND
+400ns 100?
```

- Campo I/O MODEL:

<Nombre del modelo de E/S>

Este campo define el nombre del modelo de E/S utilizado. El modelo de entrada/salida utilizado ha de definirse en el área de texto, en el esquemático o en las librerías.

Ejemplos:

```
IO_STD
IO_ACT
IO_HC
```

- Campo TIMESTEP:

<Ciclo de reloj>

Este campo define el número de segundos del ciclo de reloj. Solo se tiene en cuenta si los tiempos del campo de comando se han indicado con el sufijo 'C'. Los valores especificados en segundos no se ven afectados.

Ejemplos:

```
5n
10n
```

- Campo IO_LEVEL:

<valor de interfase con subcircuitos>

Este campo define el parámetro de nivel de E/S, seleccionándose uno de los subcircuitos de interfase AtoD o DtoA desde el modelo de E/S de la puerta. Este es el subcircuito que debe ser llamado cuando un dispositivo analógico se conecta con uno digital. Por defecto es 0.

0 = Valor de DIGIOLVL en las selecciones globales.

1 = AtoD1/DtoA1

2 = AtoD2/DtoA2

3 = AtoD3/DtoA3

4 = AtoD4/DtoA4

Ejemplo:

4

- Campo POWER NODE:

<nodo de alimentación digital>

Este campo define el nodo de alimentación que debe ser usado en el circuito de interfase si un dispositivo analógico se conecta a la puerta.

Ejemplo:

\$G_DPWR

- Campo GROUND NODE:

<nodo de tierra digital>

Este campo define el nodo digital de tierra que debe ser usado en el circuito de interfase si se conecta un dispositivo analógico a la puerta.

Ejemplo:

\$G_DGND

<tabla de formato>*

La <tabla de formato> es una tabla de caracteres que define el formato que se va a usar en el campo de comando para indicar los valores de las señales(<valor>). Es una secuencia de caracteres que especifica el número de las señales de salida que se representan con el carácter <valor>. Cada

carácter valor se toma como un número en 2^m , donde m es el valor correspondiente de la <tabla de formato>. Por ejemplo, si <tabla de formato> es '1111', entonces cada <valor> usado en el <comando> debe tener cuatro caracteres también.

<comando>*

El comando define el tipo de señal que se va a generar. La salida se crea usando las siguientes órdenes:

<tiempo> <valor>

<LABEL=<nombre_etiqueta>

< tiempo > INCR BY < valor >

< tiempo > DECR BY < valor >

< tiempo > GOTO < nombre_etiqueta > <repetir> TIMES

< tiempo > GOTO < nombre_etiqueta > UNTIL GT < valor >

< tiempo > GOTO < nombre_etiqueta > UNTIL GE < valor >

< tiempo > GOTO < nombre_etiqueta > UNTIL LT < valor >

< tiempo > GOTO < nombre_etiqueta > UNTIL LE < valor >

<tiempo> especifica el instante de tiempo en el que ocurre el nuevo <valor>, INCR, DECR, o GOTO. El <tiempo > debe ser especificado en segundos o en ciclos de reloj, para lo que se usa el sufijo 'C'. El valor de TIMESTEP será multiplicado por el número que precede 'C' para determinar el valor en segundos. El tiempo también se puede declarar de forma relativa al instante anterior, poniendo '+' delante.

<valor> Especifica el valor de la salida. El formato de <valor> se define en el campo Format. 0, 1, R, F, X, Z, RND, ?, números binarios, octales y hexadecimales se pueden usar. RND y ? ambos representan un valor aleatorio del estado 0 ó 1. RND especifica una elección aleatoria de todos los nodos, mientras que ? especifica un estado aleatorio.

<nombre_etiqueta> especifica en principio de un bucle. GOTO <nombre_etiqueta> provocará un salto hacia el siguiente comando no etiquetado después del comando LABEL=<nombre_etiqueta>.

<repeat> indica el número de veces que hay que repetir el bucle. Un valor de -1 indica bucle infinito.

Los tiempos en el comando deben estar en orden ascendente. La orden tras un salto GOTO puede ocurrir a la vez que la orden GOTO. La orden GOTO debe saltar a una etiqueta previamente definida. Cualquier tiempo absoluto contenido en un bucle se convierte a tiempo relativo después de pasar inicialmente por ellos. El valor RND afecta a todos los <valor> mientras que ? afecta solo a un carácter.