



# GUÍA RÁPIDA DE PSPICE Versión 9.1

Octubre 2000



## INDICE

### RESEÑA HISTÓRICA

#### 1. INTRODUCCIÓN

- 1.1 ¿CÓMO EMPEZAR?
- 1.2 ANTES DE EMPEZAR EL ESQUEMA.

#### 2 ELABORANDO EL ESQUEMA

- 2.1 ELEMENTOS PASIVOS
  - 2.1.1 ESCOGIENDO LOS ELEMENTOS.
  - 2.1.2 MANIPULANDO LOS ELEMENTOS
  - 2.1.3 CABLEANDO EL ESQUEMA
  - 2.1.4 DANDO VALORES Y NOMBRE
- 2.2 ELEMENTOS ACTIVOS

#### 3. SIMULANDO EL CIRCUITO

- 3.1 MARCADORES
- 3.2 CONFIGURACIÓN DE LA SIMULACIÓN
- 3.3 EJECUTANDO LA SIMULACIÓN

#### 4. EJEMPLOS.

- 4.1 ANÁLISIS DE UN TRANSITORIO SIMPLE
- 4.2 ANÁLISIS DE UN TRANSITORIO CON UN PARÁMETRO VARIABLE
- 4.3 DIAGRAMA DE BODE DEL CIRCUITO SERIE.

Según se observa en el índice, se va a distinguir tres fases en la guía, que coincidirán con las de desarrollo de una simulación en Pspice. Una primera de introducción: entrar en el programa y prepararlo para el trabajo. La segunda será la elaboración del esquema del circuito que se esté estudiando en el Schematics con el que trabajará Pspice, y finalmente la elaboración del análisis y cuarta, su representación. Acompañan la guía tres útiles ejemplos que sirven de referencia para el posterior uso de Pspice.

## **RESEÑA HISTÓRICA**

El origen del simulador SPICE puede remontarse a hace más de treinta años. A mediados de la década de los 60 IBM desarrolló el programa ECAP, que más tarde serviría como punto de partida para que la Universidad de Berkeley desarrollara el programa CANCER. Hasta principios los años 70 los circuitos electrónicos se analizaban casi exclusivamente de forma manual, mientras que de forma progresiva, la complejidad de éstos iba en aumento. Fue en ese momento cuando un grupo de la Universidad de Berkeley, tomando como base el programa CANCER, desarrolló la primera versión de SPICE (Simulation Program with Integrated Circuits Emphasis). Un simulador de propósito general que permitía analizar sobre grandes ordenadores y workstations, circuitos analógicos sin necesidad de montarlos físicamente.

En SPICE el circuito y análisis requerido es descrito en un fichero de texto mediante un serie de comandos y declaraciones, a este fichero se le llama fichero del circuito. La sintaxis de las declaraciones permite dejar parámetros sin especificar con lo que tomarán valores por defecto. El fichero del circuito es leído por SPICE, éste comprueba que no hay errores en las conexiones y sintaxis declaradas, y finalmente hará la simulación.

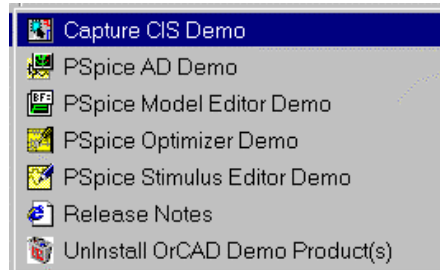
El éxito alcanzado por el programa, así como por su utilización generalizada, originó la aparición de numerosas versiones de SPICE. En 1984 nace de manos de MicroSim Corporation la primera adaptación para ordenadores personales: PSpice. Desde entonces, PSpice ha ido renovándose hasta llegar a la versión número 9, de reciente lanzamiento. Esta revisión del simulador es la primera desde la fusión de MicroSim Corporation y OrCAD.

SPICE está considerado como el estándar en análisis electrónico. Es referencia y base de numerosos simuladores del mercado.

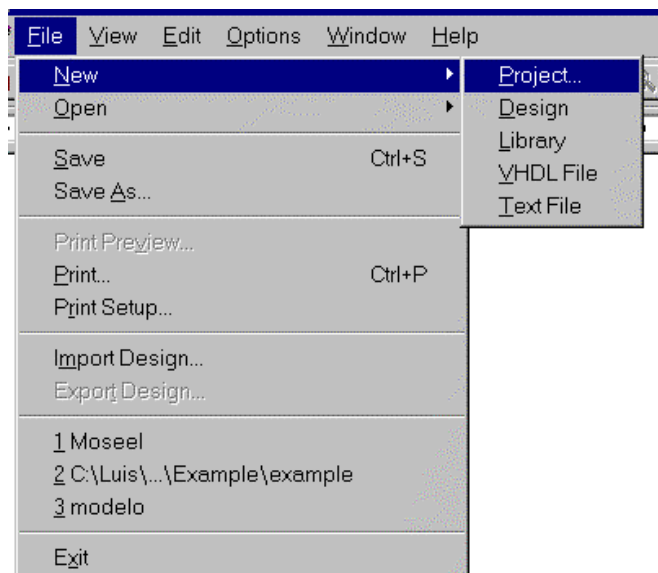
# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 ¿CÓMO EMPEZAR?

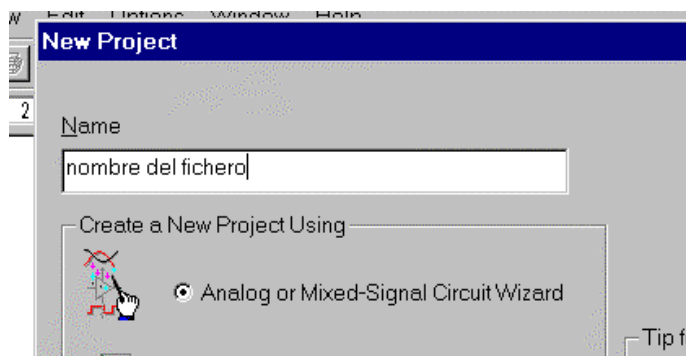
Para empezar, primero hay que abrir el programa Capture CIS Demo de la carpeta Orcad Demo.



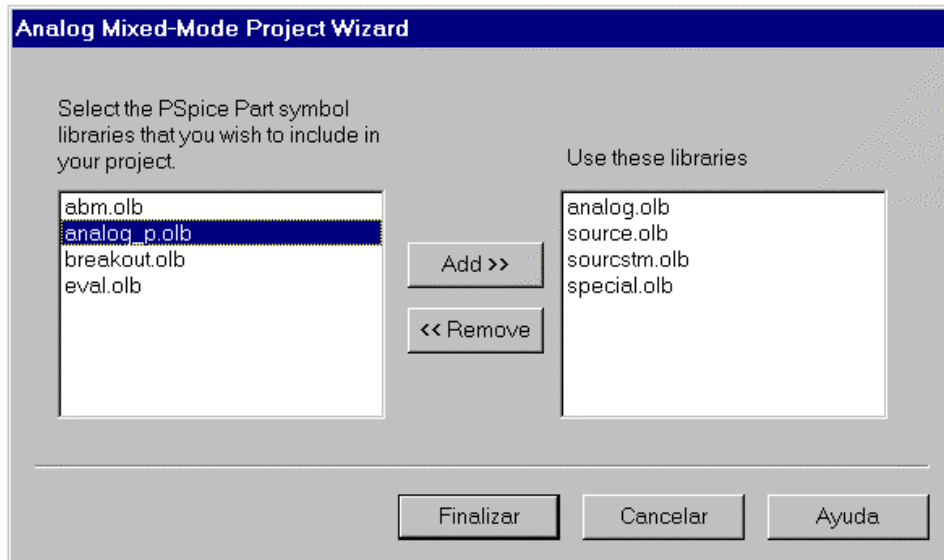
Una vez abierto el programa, pulsando ">File>New>Project..." seleccionamos el tipo de proyecto que queremos abrir, para comenzar a trabajar.



Hay que poner un nombre al proyecto, y seleccionar "**Analog or Mixed-Signal Circuit Wizard**". Esta selección es realmente importante, ya que de no hacerla, será imposible ejecutar normalmente Pspice.



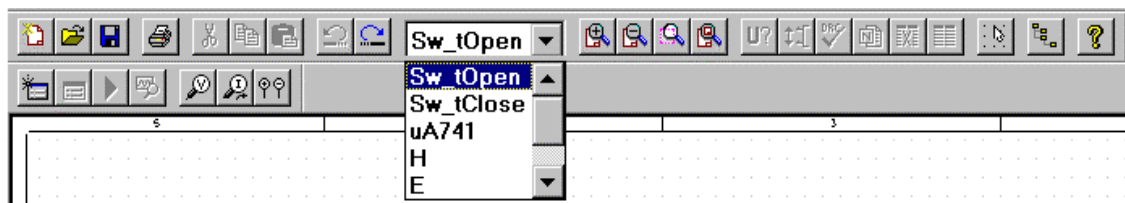
Tras haber escogido un nombre para el proyecto, así como el tipo de esquema que se quiere realizar, el programa pedirá qué tipo de librerías de componentes queremos instalar. Las librerías instaladas aparecerán en el lado de la derecha, mientras que las que no lo están lo harán en la izquierda. Para seleccionarlas, basta con marcarlas una por una e ir pulsando "Add". Pspice permite manejar hasta un máximo de ocho librerías a la vez. Se pueden seleccionar todas las librerías, aún así necesariamente habrá que escoger las siguientes: "analog", "source", "eval", "special".



Una vez realizado el proceso, ya se puede comenzar a ejecutar Pspice.

## 1.2 ANTES DE EMPEZAR EL ESQUEMA.

Aunque sean funciones muy conocidas, antes de empezar vamos a dar un pequeño repaso a los distintos iconos que aparecen en la barra de tareas principal.



Los tres primeros iconos son los que representan las opciones de comenzar un proyecto nuevo, abrir uno ya comenzado y guardar el que este en curso. Sigue la opción de imprimir, cortar, copiar y pegar, así como deshacer y deshacer lo deshecho.

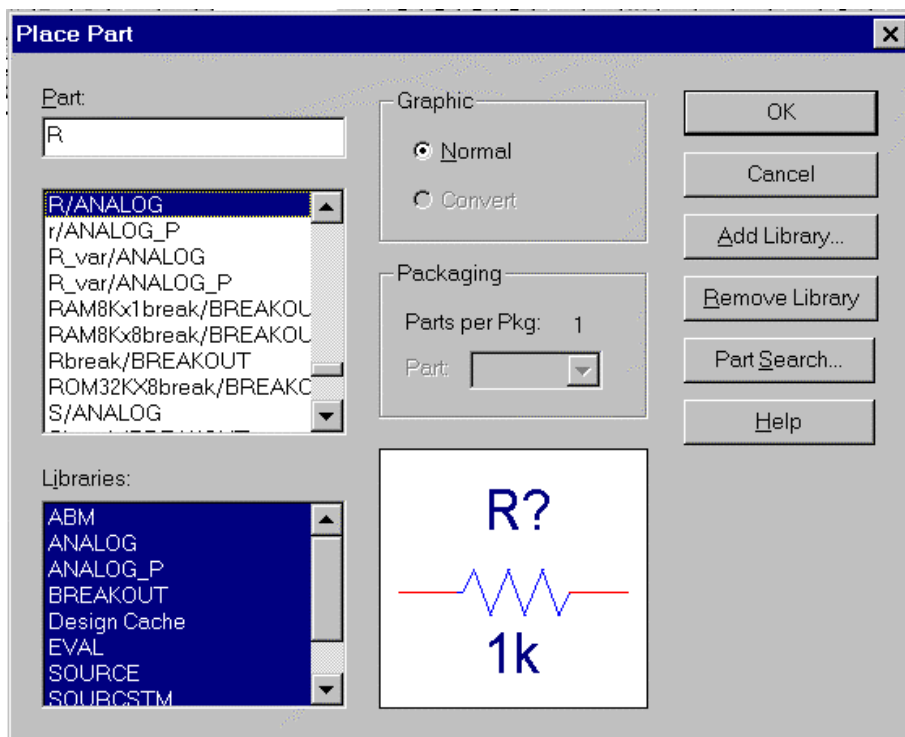
Acto seguido, es posible abrir un pequeño desplegable, que brinda la opción de escoger alguno de los últimos componentes usados en el esquema. Los cuatro siguientes iconos son los de manejo del zoom. Es muy útil comenzar sin tocarlos, para una vez hayamos puesto los primeros componentes, marcarlos y dar al zoom de acercar, de esta manera no habrá que hacer ningún ajuste extra. El resto de los iconos no están disponibles en la versión de demostración, salvo el de ayuda y el de manipulación de ficheros.

## 2.1 ELEMENTOS PASIVOS

### 2.1.1 ESCOGIENDO LOS ELEMENTOS.

Para colocar un elemento pasivo en nuestro esquema del circuito, tenemos varias opciones. Se puede hacer abriendo de la barra principal ">Place >Part", o bien pinchando en el icono de la barra de herramientas que se encuentra en la izquierda, desplegaremos la ventana llamada "Place Part".

Una vez tengamos delante dicho desplegable, sólo queda seleccionar el elemento que queramos utilizar. Para encontrar el componente necesario basta con escribir las primeras letras de aquel. Por ejemplo, tecleando "r" aparecerán todos los elementos que comiencen por dicha letra. Si pulsamos sobre "Libraries", se pueden seleccionar bibliotecas de elementos específicos para diferentes usos (desde lógica digital hasta micros). Un elemento no aparece si no se carga la biblioteca en la que está.

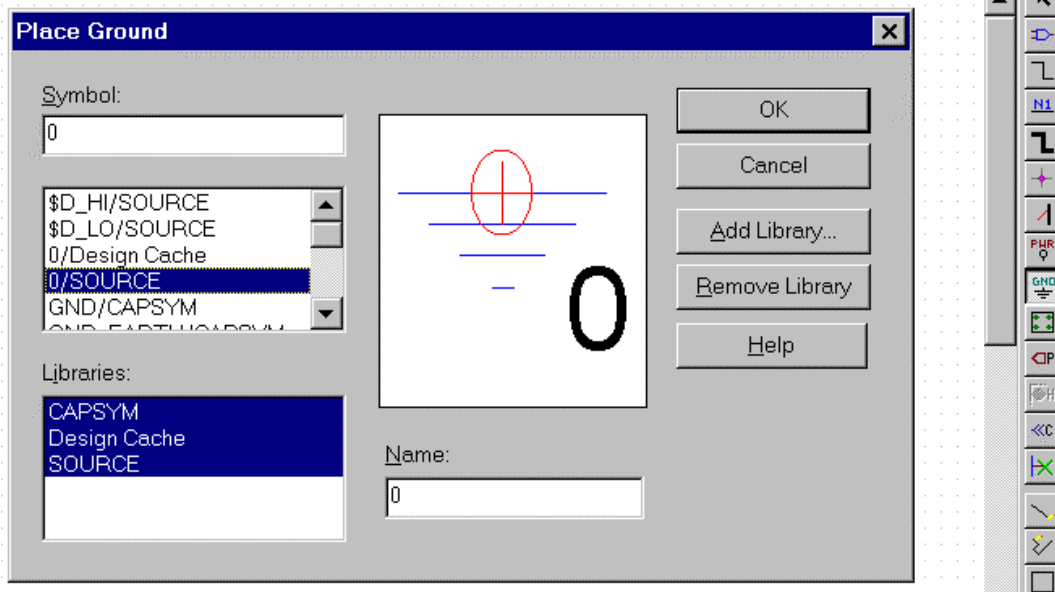


Escogido el componente en cuestión, basta con hacer doble clic sobre él para seleccionarlo, llevarlo con el ratón al lugar donde se quiere colocar y pulsar el botón izquierdo del mismo. Si no se desea volver a colocar ningún elemento del mismo tipo en el esquema, después de apretar el botón derecho se selecciona "End Mode".

Nombre	En PSPICE	Librería
Resistencia	R	Analog
Capacidad	C	Analog
Autoinducción	L	Analog
Inducción mutua	XFRM_LINEAR	Analog
Tierra	0	Source

En el caso del condensador y de la bobina, para hacer análisis transitorios, hay que escoger unas **condiciones iniciales**. Esto se realiza en la ventana de propiedades del elemento (para abrirla se hace doble clic con el botón izquierdo sobre el componente).

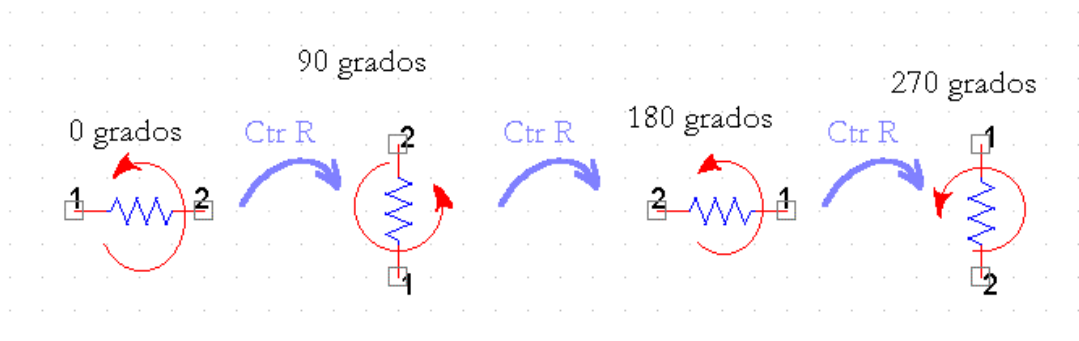
**IMPORTANTE:** Como tierra hay que escoger la llamada 0/SOURCE pinchando en el icono de tierras, que aparece en la barra auxiliar de la izquierda. **Es necesario que nuestro esquema tenga un punto de potencial definido cero, ya que si no existe, este no se podrá simular.**



### 2.1.2 MANIPULANDO LOS ELEMENTOS

Los componentes se pueden manipular de distintas maneras, todas ellas comienzan marcando con el botón izquierdo del ratón el componente deseado. Una vez marcado éste, se pondrá de color rojo.

- Para rotar, se puede o bien seleccionar ">Edit>Rotate", o bien pulsar al mismo tiempo Ctrl+R. (Hay que tener cuidado, ya que Pspice hace las rotaciones en el sentido contrario a las agujas del reloj, no es lo mismo rotar un polo positivo en una dirección que en otra al igual que no son lo mismo 90° que 270°).



- Para copiar, o se marca ">Edit>Copy", o se pulsa Ctrl+C. Para pegar el elemento en cuestión, se puede optar por "Edit>Paste" o Ctrl+V.

- Para mover, se marca con el ratón sobre el componente, y sin levantar el dedo del botón se desplaza al lugar de destino.
- Para borrar un componente, basta con pulsar Supr.

*Nota: Todos estos procedimientos se pueden seguir también para grupos de elementos; basta con marcarlos todos a la vez dentro de un mismo cuadro con el ratón.*



*Icono marcado de "place part"*



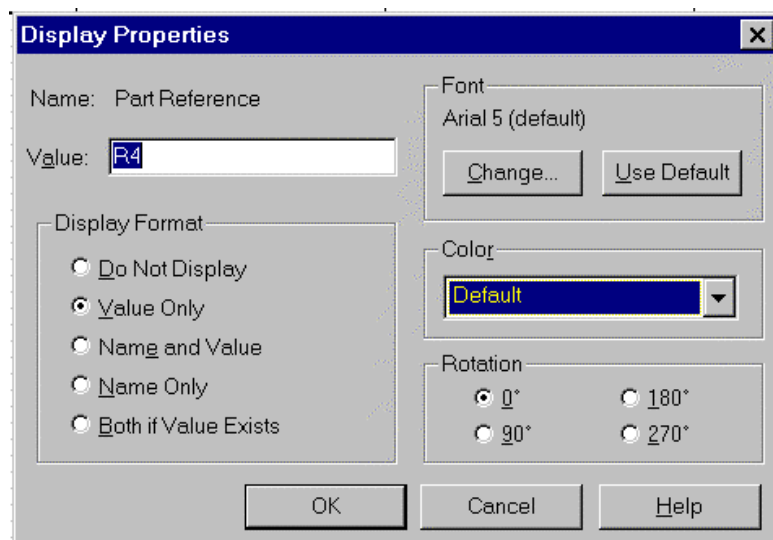
*Icono marcado de dibujar cable.*

### **2.1.3 CABLEANDO EL ESQUEMA**

Una vez puestos todos los elementos en el esquema de la pantalla, hay que unirlos con cables. Para dibujar los cables, se abre, de la barra principal ">Place >Wire" o se pincha en el icono de la barra de herramientas de la izquierda. El puntero se convertirá en un lápiz, y sólo quedará unir los distintos puntos haciendo clic en los extremos. Para acabar de dibujar un tramo, hay que hacer doble clic con el botón izquierdo. En el caso de querer dejar de usar la opción de modelar el cable, después de apretar el botón derecho se selecciona "End Wiring".

### **2.1.4 DANDO VALORES Y NOMBRE**

Para dar valores a un elemento pasivo hay que hacer doble clic con el botón izquierdo del ratón sobre el valor del componente y rellenar el desplegable que aparece en pantalla. Para darle nombre hay que hacer lo mismo sólo que cliqueando sobre el nombre.





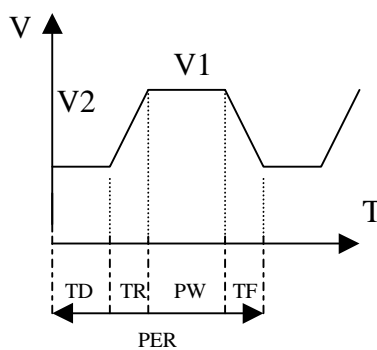
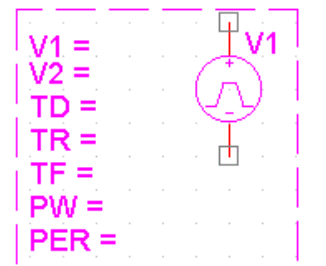
## 2.2 ELEMENTOS ACTIVOS

La selección se hará igual, los únicos que cambian son los componentes, que ahora serán:

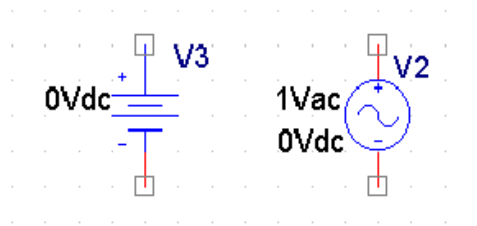
Nombre	En PSPICE	Librería
Fuente de continua	VDC	Source
Fuente de alterna	VAC	Source
F de tens cont por tensión.	E	Analog
F de int cont por intensidad.	F	Analog
F de int cont por tensión.	G	Analog
F de tens cont p intensidad.	H	Analog
Pulso	VPULSE	Source
Amplificador operacional	uA741	Eval
Interruptor apertura	Sw_topen	Eval
Interruptor cierre	Sw_tclose	Eval

La implantación y la manipulación son idénticas a las descritas en el caso de los elementos pasivos, sólo que ahora tendremos que especificar unos atributos distintos. Veamos uno por uno:

- **Pulso.** Hay que especificar los distintos valores de tensiones, tiempos y el periodo. La fuente producirá un pulso periódico.



- **Fuente de continua.** Hay que señalar cual es su tensión.
- **Fuente de alterna.** Hay que indicar su valor de continua, y su valor de alterna.

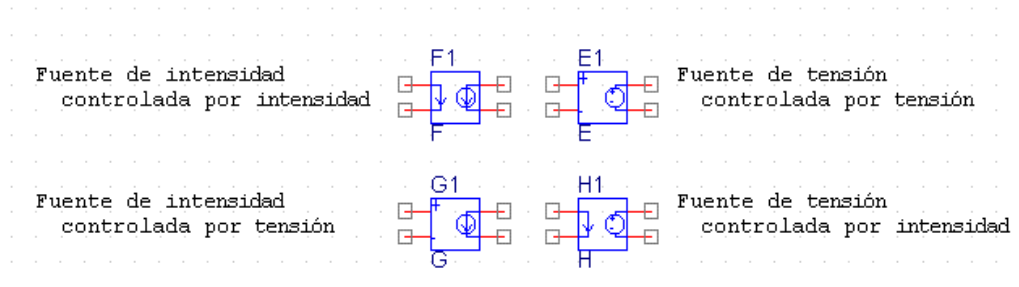


Fuentes de....

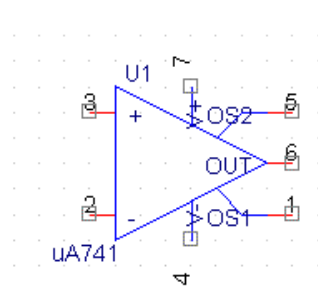
continua

alterna

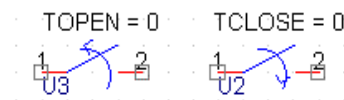
- **Fuente de tensión controlada por tensión o intensidad.** Hay que conectarla e indicar su ganancia.
- **Fuente de intensidad controlada por tensión o intensidad.** Igual que la de tensión.



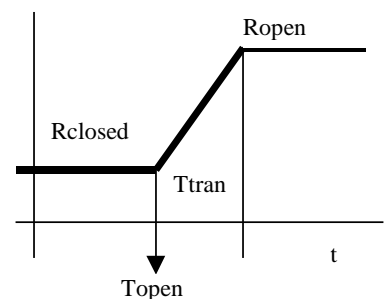
- **El amplificador operacional.** Pspice lo llama uA741. Hay que conectarlo por las patas 4 y 7 a una fuente de tensión que esté a 12v. Las dos entradas son 2 y 3. La salida es 6 y trabaja igual que se ha estudiado en clase.



- **Interruptor.** Hay que especificar el tiempo de apertura o cierre, una vez hecho esto, el programa simulará su apertura o cierre en el tiempo especificado.



Para Pspice, el interruptor es una resistencia variable que pasa de tener un valor muy bajo (RCLOSED) a tener uno muy alto (ROPEN) o a la inversa (sí en lugar de abrirse se cierra), en un tiempo muy pequeño (TTRAN).



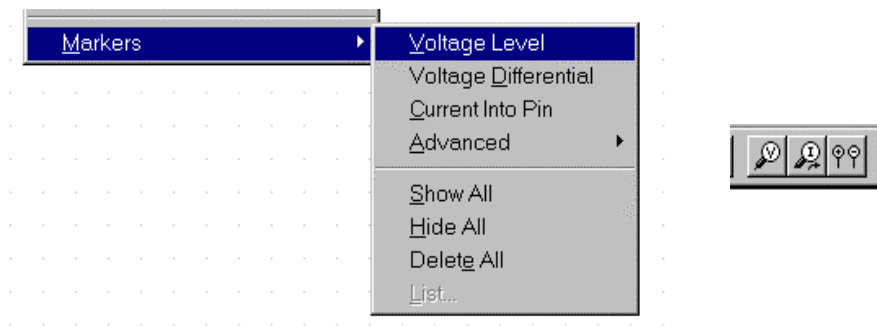
	RCLOSED	Reference	ROPEN	TOPEN	TTRAN	Value
AGE1 : U1	0.01	U1	1Meg	10 p	1 p	Sw_tOpen

### 3. SIMULANDO EL CIRCUITO

Pspice se puede usar para analizar con mucho detalle el esquema del circuito previamente montado.

#### 3.1 MARCADORES

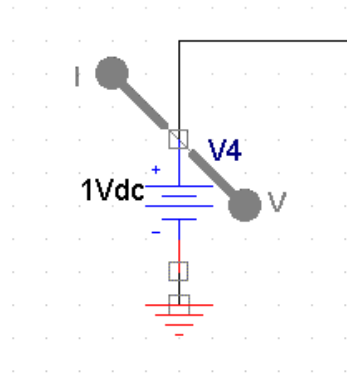
El paso previo a ejecutar el análisis, es indicarle a Pspice, los nudos de los que queremos conocer la evolución, tanto de su tensión, como de su intensidad. Para ello hay que abrir ">Pspice>Markers" y seleccionar la magnitud que se quiera medir. También se puede hacer lo mismo seleccionando el icono respectivo.



Existen tres marcadores básicos, el de tensión, el de tensión diferencial y el de intensidad. En el caso de que se estuviera trabajando para hacer un barrido de alterna (es decir, para hallar un bode) se pueden usar los marcadores avanzados, que medirán en dB. Para poder abrirlos es necesario configurar el análisis como "AC Sweep" antes.

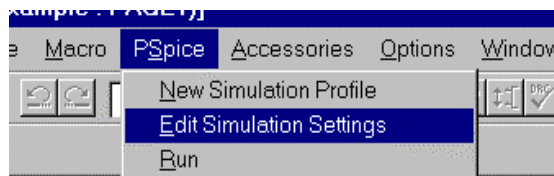
- **Marcador de tensión.** Da la tensión de un determinado punto respecto del nudo que hayamos marcado como tierra.
- **Marcador de intensidad.** Da la intensidad que pasa por el punto marcado.
- **Marcador diferencial de tensión.** Es un marcador doble; primero se coloca uno en un punto, y luego se coloca el segundo en otro. Marca la diferencia de tensión entre ambos puntos.

También se pueden usar marcadores avanzados (de fase, de parte real, compleja...). Para acceder a ellos, donde se pinchan los distintos marcadores, se elige ahora "advanced".

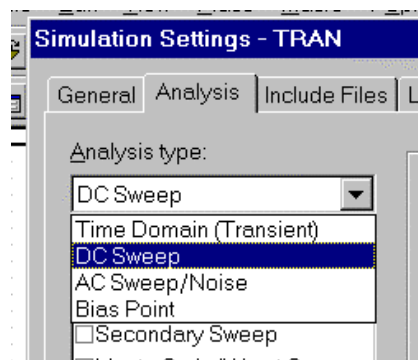


### 3.2 CONFIGURACIÓN DE LA SIMULACIÓN

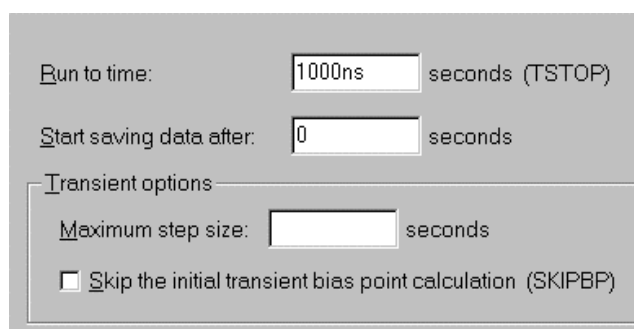
Hay que abrir "Edit Simulation Settings" para especificar que tipo de simulación queremos hacer.



Una vez dentro del menú, se elige el tipo de análisis que se va a realizar:



- Transitorio.** Habrá que elegir "Time Domain". Con este análisis se podrá observar como responde el circuito al paso del tiempo. Lo primero que se ha de hacer, es especificar el tiempo límite hasta el que se va a realizar la simulación. Pspice, a continuación, permite, en el caso de que la parte interesante de una función se de a partir de un determinado momento, comenzar el análisis en cero, pero sin mostrar resultados (mucho más rápido) y empezar a guardar datos a partir de dicho instante. Esto se consigue con "Start saving data after". Por último se señala cual es el intervalo de tiempo entre cada punto.



- **Barrido de continua.** Llamado por Pspice "DC Sweep". El programa hace un análisis en continua realizando un barrido de la variable especificada, que puede ser una fuente de tensión o de corriente, el parámetro de un modelo o incluso la temperatura, en el rango de valores especificado para dicha variable. Primero se selecciona el tipo de elemento que queremos utilizar como variable en la parte de la izquierda del desplegable. Luego se identifica el componente en cuestión, del esquema, y por último se ponen las características del barrido. Estas serán por orden, valor inicial, valor final e incremento de la magnitud. Es de notar que el barrido puede ser anidado, es decir, que varíe un elemento, y para cada paso, hacer variar otro por ejemplo.

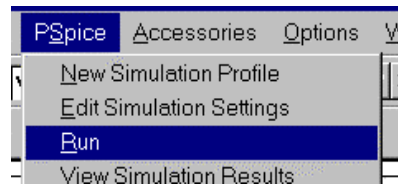
*En la figura estamos haciendo el barrido con una fuente de tensión (V1 en concreto). Esta tomará los valores: 0 10 20 30 40 y50.*

- **Barrido de alterna.** Permite hacer un barrido de frecuencia, utilizado para calcular los diagramas de Bode y Nyquist, o pedir una magnitud del circuito para distintas frecuencias de excitación senoidal (intensidad que pasa por algún elemento, tensión en un nodo). Primero hay que especificar como se quiere el análisis: lineal o logarítmico. En el caso de que sea logarítmico, señalar si lo queremos en decibelios u octavas. Por último se ponen las características del barrido: valor inicial, valor final y cuantos puntos queremos que barra el análisis.

- **Análisis paramétrico.** Dentro de cualquier análisis se puede escoger un componente del circuito y hacerlo variar como parámetro. Para realizarlo ver el segundo ejemplo.

### 3.3 EJECUTANDO LA SIMULACIÓN

Una vez hecho el esquema, y configurada la simulación, sólo queda ejecutarla. Para ello ejecutamos "Pspice>Run" en la barra de herramientas.



Si algo ha fallado, se ejecutará correctamente el programa, pero al concluir aparecerá una indicación con los errores que hemos cometido o bien en el esquema o en la configuración.

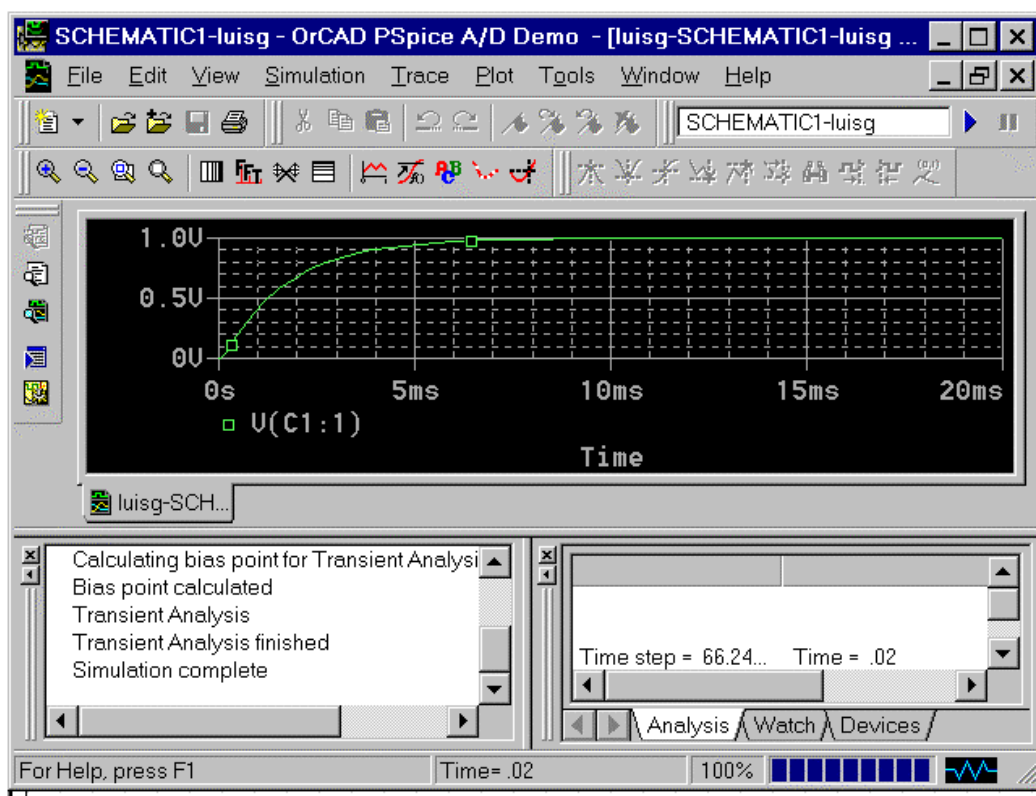
```
**** RESUMING luisg-SCHEMATIC1-luisg.sim.cir ****
.END

ERROR -- Node N00009 is floating
ERROR -- Node N00437 is floating
ERROR -- Voltage source and/or inductor loop involving L_L1
You may break the loop by adding a series resistance□
```

Por ejemplo en este caso estaría indicando que:

- Dos nudos, el N00009 y el N00437 no tienen referencia de tensión. Esto suele ser debido a tener el esquema, o parte de él sin tierra
- El tercer error es debido a que hemos puesto una inductancia en paralelo con un pulso de tensión.

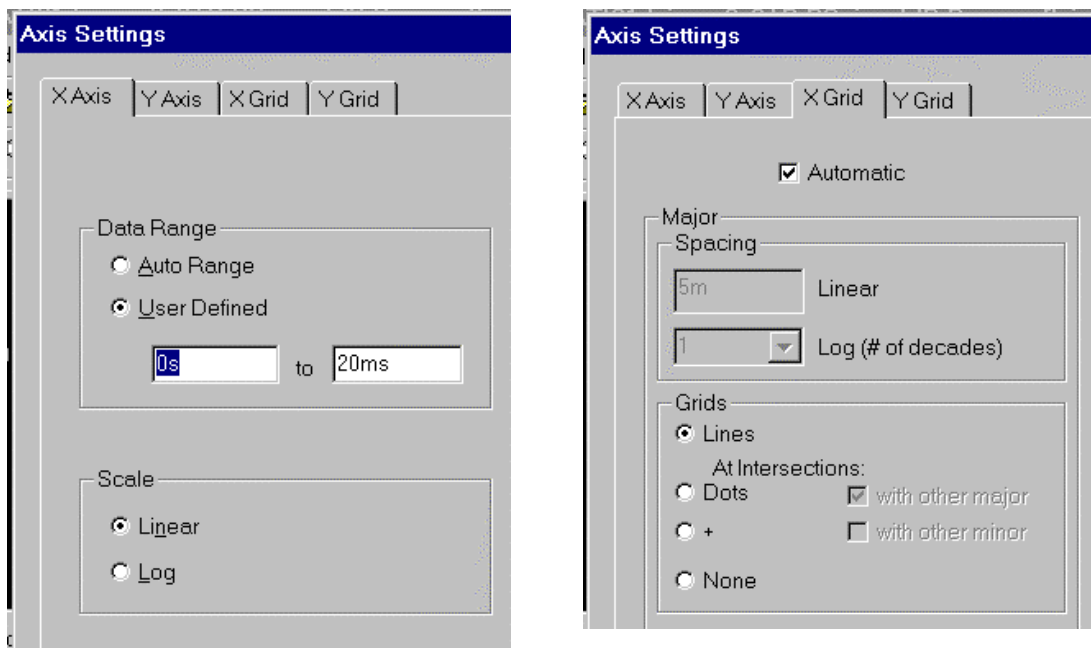
Una vez corregidos los errores, volvemos a ejecutar el circuito, y se deberá abrir esta ventana:



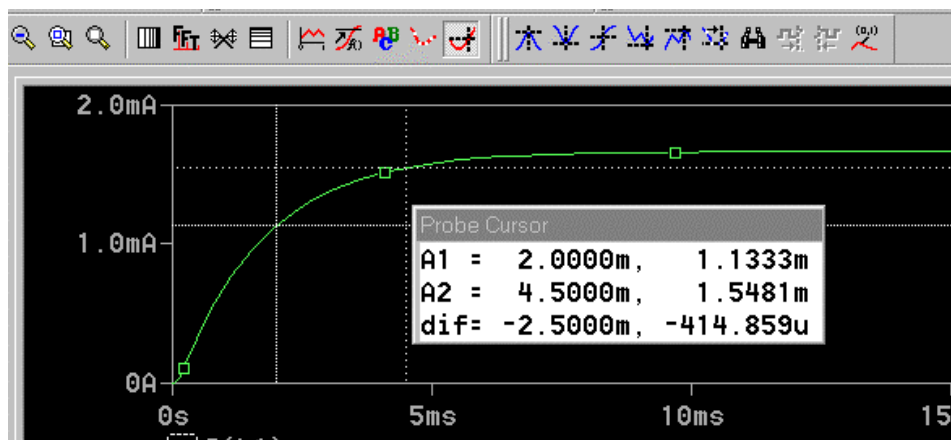
En este caso es la ventana correspondiente a un análisis transitorio. Dentro de la ventana principal, aparecen otras tres ventanas: las dos inferiores informan, de cómo se ha ejecutado la simulación (la ventana de la izquierda), y de cómo estaba esta configurada, mientras que la central nos da el resultado.

Si se quiere modificar la escala de la simulación, es suficiente con hacer doble clic sobre cualquiera de los dos ejes. Aparecerá un desplegable que por un lado permitirá seleccionar la escala (logarítmica o lineal) y los límites del eje en cuestión; y por otro la configuración de la representación.

*Nota: La escala logarítmica es útil para el trazado de diagramas de Bode.*

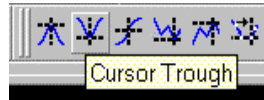


Para conocer algún valor en concreto, un punto determinado de las gráficas, existen los cursores. Estos se abren pinchando sobre el icono que representa una gráfica roja marcada con un cursor (seleccionado en la figura).



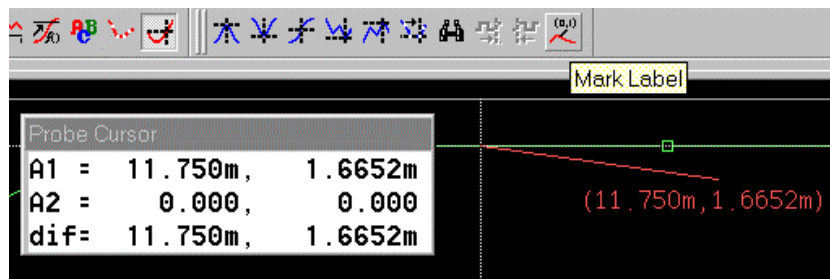
Una vez seleccionado se abrirá una ventana donde aparecerá el valor del cursor (Probe Cursor). Si se pincha sobre la gráfica se podrá desplazar el cursor sobre la

función. El botón izquierdo controla un cursor, mientras que el derecho otro, pudiendo evaluar, manejando ambos, distintos valores y sus diferencias. Si se quiere llevar un cursor sobre un mínimo o un máximo local, así como sobre un punto de inflexión, con el cursor seleccionado cliqueamos el símbolo que corresponda:

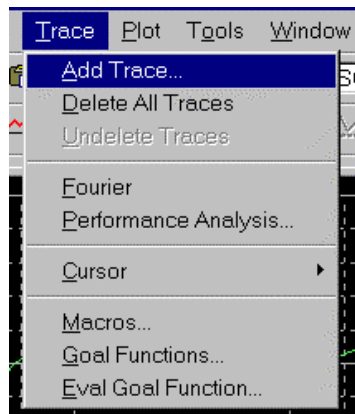


*Nota: Los dos iconos de la izquierda informan sobre máximos o mínimos totales, mientras que el cuarto y el quinto sobre locales. El tercero coloca el cursor donde halla un punto de inflexión. El último marca el punto siguiente al punto sobre el que tengamos el cursor.*

Si se quiere señalar el valor de un punto determinado marcado por el cursor, hay que pinchar en el icono de "Mark Label".



En la barra principal, "Trace" tiene distintas posibilidades como complemento de la representación gráfica.



Con "Add Trace" se pueden representar simultáneamente varias funciones, o incluso relaciones entre ellas (Diferencias, productos...).

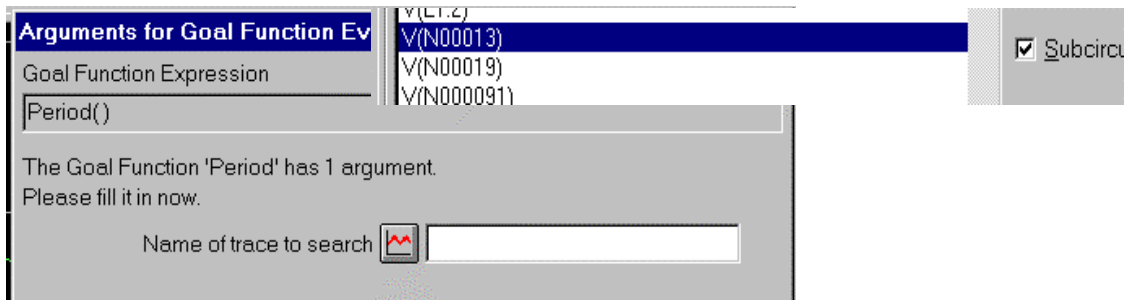
"Goal Functions" da la posibilidad de calcular propiedades de las distintas magnitudes. Como ejemplo se calcula el periodo de la tensión V(N00013).

En primer lugar se elige el tipo de cálculo que queremos realizar, en este caso el periodo.





Una vez seleccionado el periodo, hay que escoger la función de la cual se quiere calcular el periodo, y presionar "Ok".



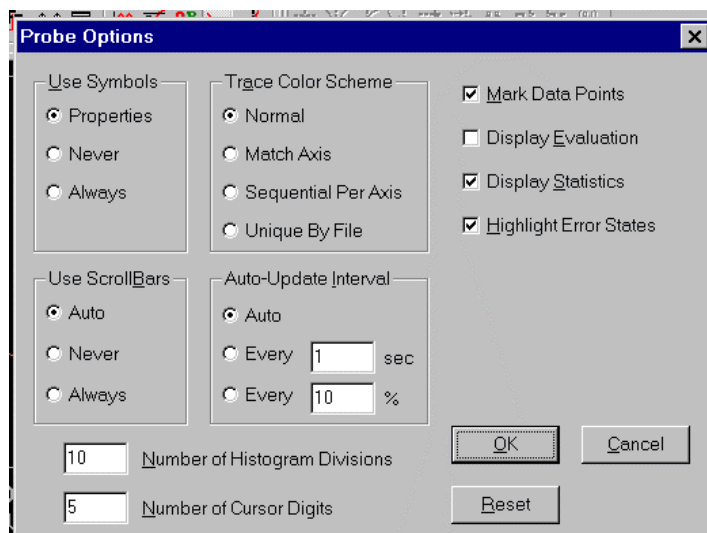
"Eval goal functions" da la posibilidad de calcular funciones que sean relaciones (diferencias, productos) de las funciones que ofrecía "Goal Functions". Por ejemplo, el producto del periodo por un máximo.

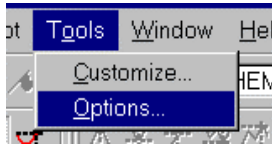
**Importante:** Si es necesario exportar datos a otro programa como pueden ser el Matlab o el Excel, hay que proceder de la siguiente manera. Primero se selecciona con el cursor la función con la cual se quiere trabajar.



Una vez está la función marcada (en rojo), se selecciona en "Edit" "Copy". Sólo queda en Excel o Matlab hacer lo mismo pero seleccionando "Paste" o "Pegar". También es posible sobre un fichero de texto. Nota: Excel da problemas de formato en algunas de sus versiones al usar este método.

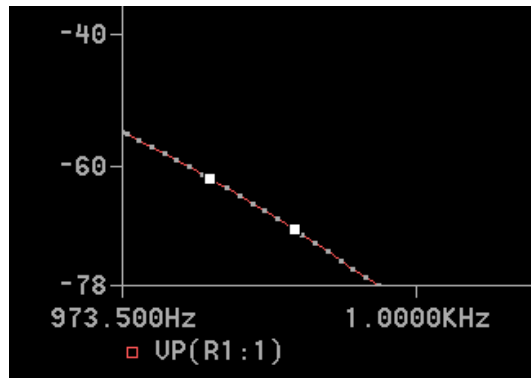
Si se selecciona ">Tools>Options", aparece el menú de opciones del programa "probe".





Desde esta ventana se configura la representación de funciones. Hay cuatro opciones encuadradas, la primera controla los símbolos con los cuales se pueden distinguir las diferentes funciones, la segunda hace lo propio con los colores. La tercera, sirve para que en el caso de utilizar el zoom, aparezcan o no las barras que permiten desplazarse por la función. Por último, la cuarta opción permite modificar el tiempo que transcurre desde una actualización a otra de las funciones que representa el probe.

A la derecha hay cuatro opciones más, las tres últimas activan o desactivan las ventanas que aparecen junto a la función (la ventana de errores, la de estadísticas y la de evaluación). La primera es importante, "**Mark Data Points**"; como su propio nombre indica, si se selecciona, marca en color, los puntos del gráfico que realmente ha calculado.

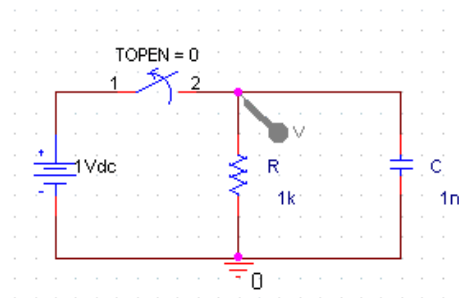


Conviene recordar lo importante que resulta a la hora de entregar un trabajo, la buena presentación de las gráficas que acompañen dicha práctica. Hay que señalar lo que se está representando en cada eje (mediante su configuración), así como marcar los puntos más significativos y comentar por qué lo son (insertando etiquetas).

## 4. EJEMPLOS.

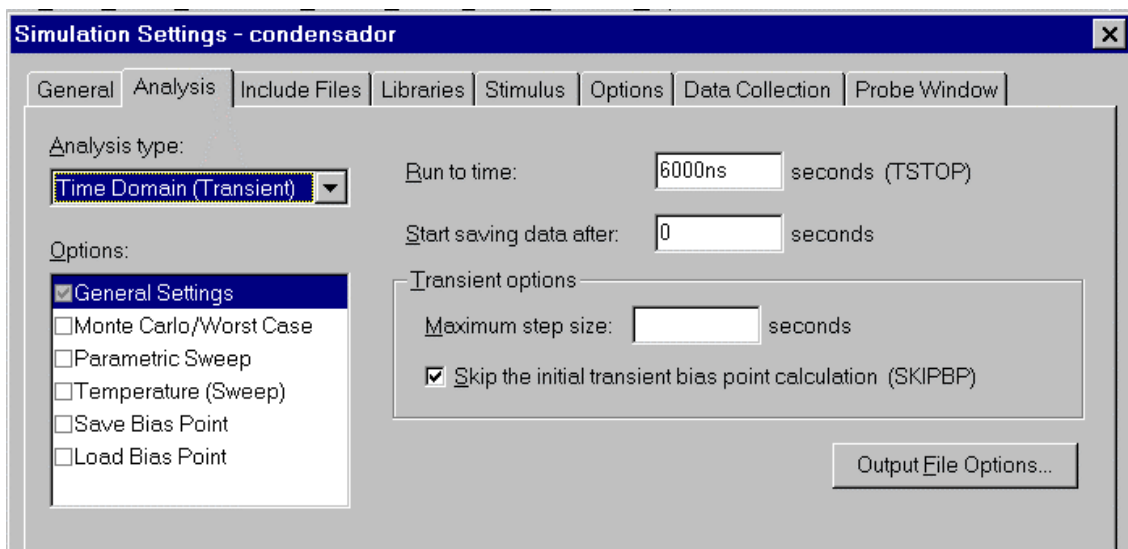
### 4.1 ANÁLISIS DE UN TRANSITORIO SIMPLE

Se va a estudiar la descarga de un condensador de 1nF, cargado inicialmente con 1V sobre una resistencia de 1k $\Omega$ . Lo primero a realizar, sería el esquema. Hay que modificar las propiedades del interruptor, ya que el valor de "Ttrans" que tiene por defecto (1u) es demasiado grande para la escala de tiempos a utilizar. Usaremos un valor de 1p.

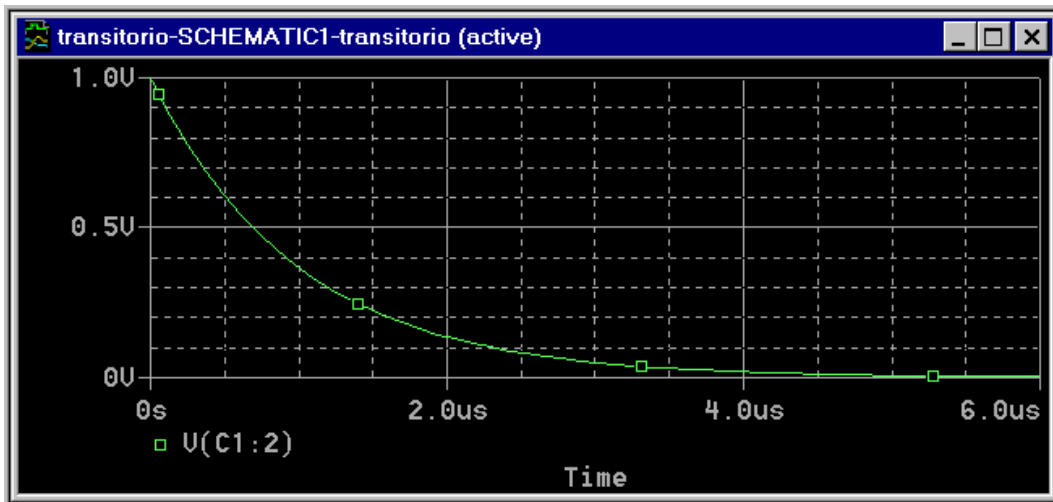


El esquema no tiene ningún tipo de dificultad. Si se quiere estudiar la respuesta de la tensión en el condensador, será suficiente con colocar un marcador donde se indica en la figura. Es importante el hecho de que el marcador nos dará la tensión del nudo respecto de tierra, no propiamente la del condensador en sí, aunque en este caso coincidan. Si quisiéramos en otro caso calcular la tensión del condensador, habría que poner un marcador diferencial.

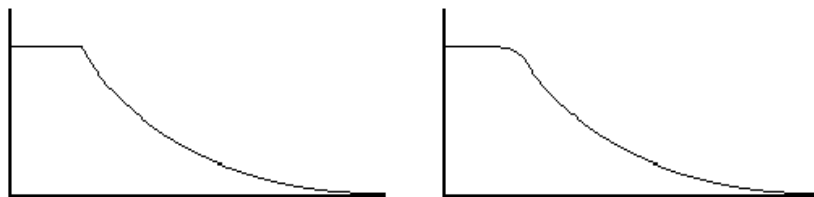
Para realizar el análisis, primero hay que configurarlo. Después de realizar los cálculos previos, de hallar la constante de tiempo y demás; la configuración que habría que poner en este caso sería la siguiente:



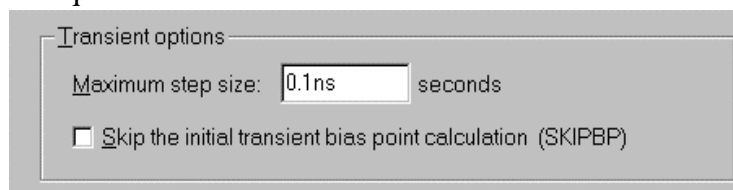
Ejecutamos el análisis y obtendremos la siguiente gráfica:



Aunque en este caso no halla pasado, es muy importante ver en este tipo de análisis, como, si dejamos al programa que ponga ciertos valores por defecto pueden ocurrir cosas que no se corresponden con la realidad. Un transitorio de este tipo tiene la forma de la figura de la izquierda, mientras que Pspice lo podría llegar a representar según la figura de la derecha.

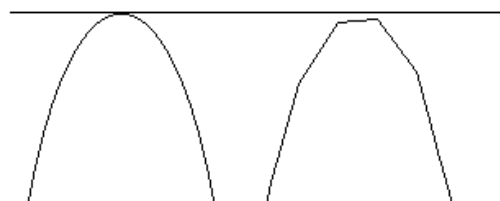


Esto es debido a que Pspice no representa la función tal cual es, sino que va calculando punto a punto y luego los une. Este efecto se puede amortiguar, y hasta eliminar. Para ello, en el Setup bastaría con reducir la distancia máxima que hay entre cada dos puntos en que se realiza la simulación.



Tardará un poco más en realizar el análisis, ya que estudiará más puntos, pero de esta manera habrá menos diferencia con la realidad.

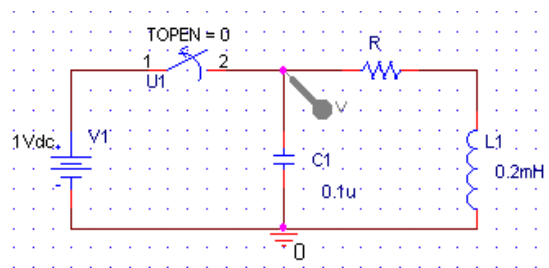
Este efecto se ve al representar una función que tenga un máximo por ejemplo. Debido al efecto comentado, puede llegar a parecer que dicho punto se encuentra en un instante distinto al real con un valor menor.



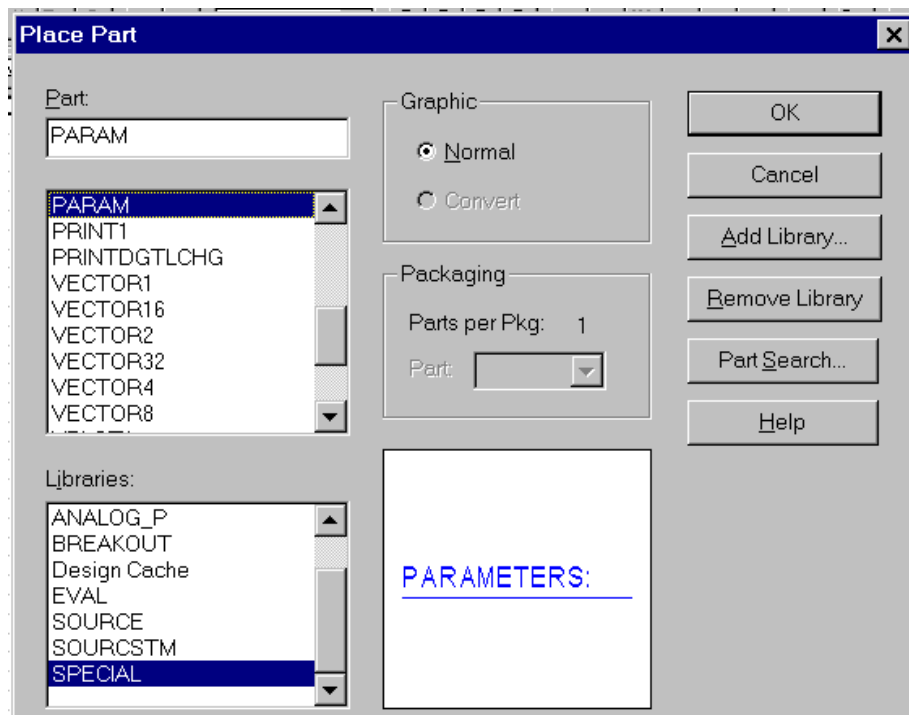
Estas son dos gráficas que representan la misma función, pero con distintos valores de paso. La primera es mucho más aproximada, es más, la segunda es errónea, ya que representa como asimétrico algo que no lo es.

## **4.2 ANÁLISIS DE UN TRANSITORIO CON UN PARÁMETRO VARIABLE**

En este caso vamos a estudiar como responde el siguiente circuito para distintos valores de R (de 10 a 100Ω), a la apertura del interruptor.



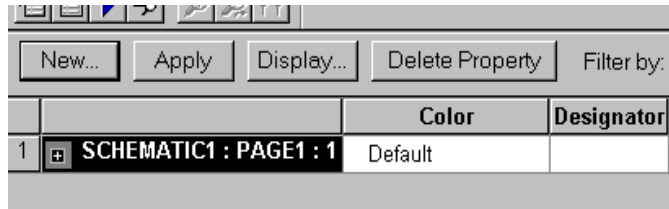
Para hacer el análisis de R variable, hay que seguir los siguientes pasos. Primero, como si se estuviera escogiendo un componente, abrimos de la barra principal ">Place >Part", y escogemos el componente "Parameters", que se encuentra en la biblioteca "Special".



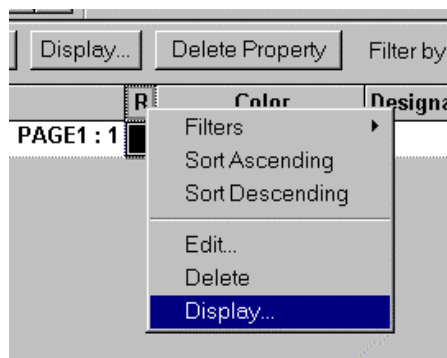
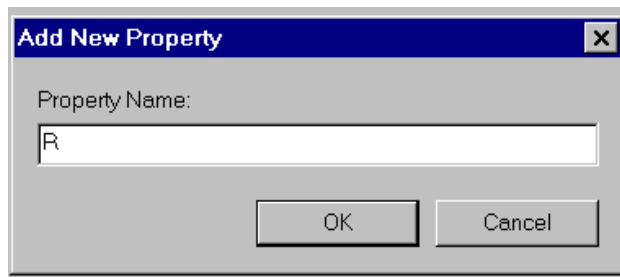
Una vez seleccionado, se podrá colocar el pseudocomponente en el esquema.

PARAMETERS:

Se pincha dos veces sobre él y se abre la ventana de propiedades del componente, en este caso PARAMETERS.



Hacemos clic en "New", y ponemos el nombre del componente que vamos a usar como variable (R en nuestro caso).



Aceptamos y aparecerá R como propiedad de PARAMETERS. Marcamos con el botón derecho sobre R, como aparece en la figura y escogemos "Display". Sólo queda salir de la ventana de propiedades cerrándola.



De los seis iconos de la figura hay que pulsar el de la derecha del la parte de abajo, no el de arriba.

Una vez hecho lo anterior aparecerá en el esquema:

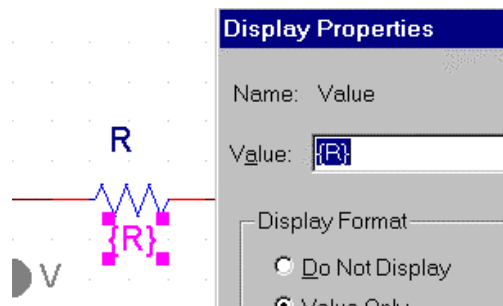
PARAMETERS:

R =

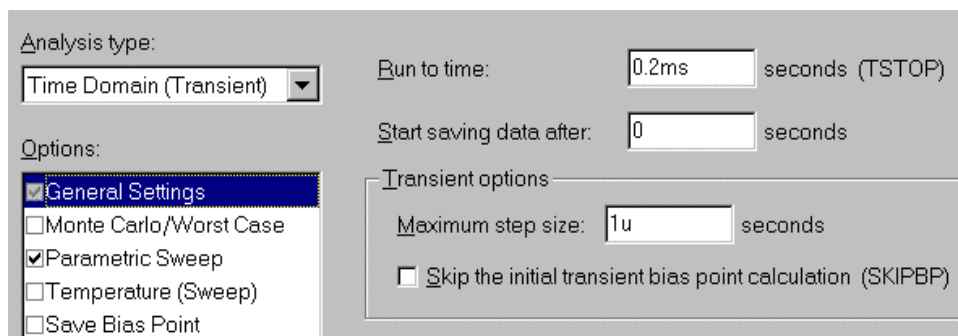
Pinchando dos veces en R (debajo de PARAMETERS) se le da el valor por omisión que tiene que tener R en el caso de que no se realizara el análisis paramétrico.

PARAMETERS:  
R = 10

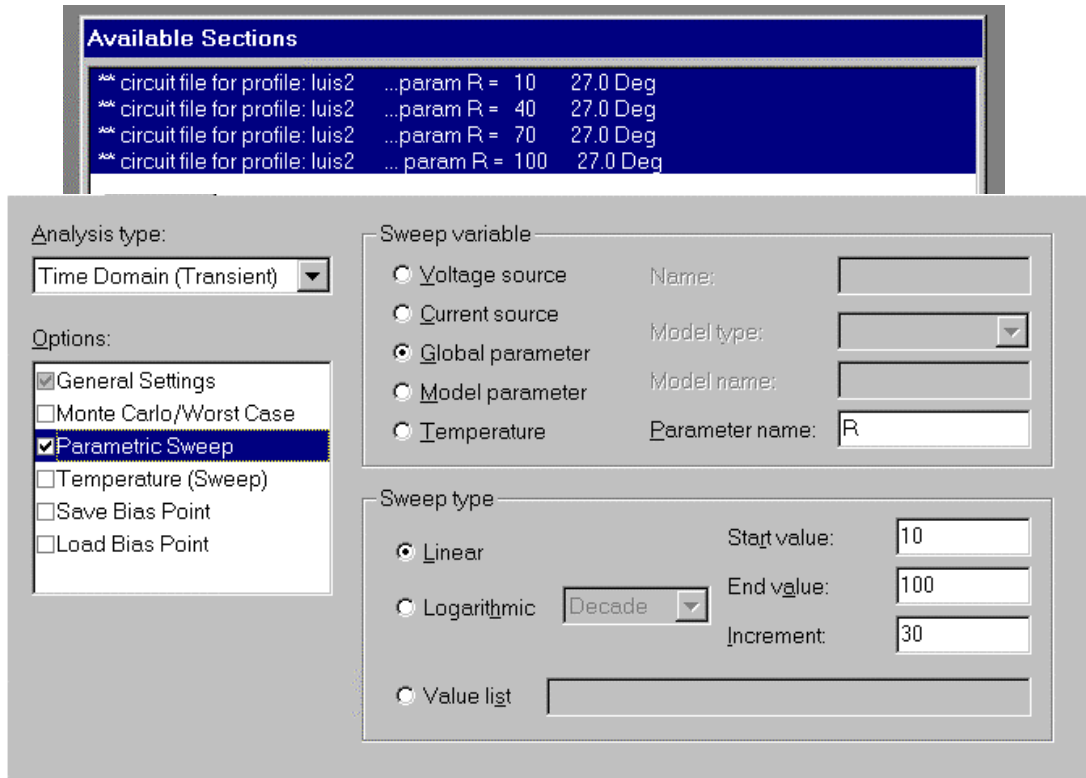
Hay que darle a la resistencia el valor de {R}, con lo cual indicaremos que no tendrá un valor fijo, sino que será un parámetro del análisis.



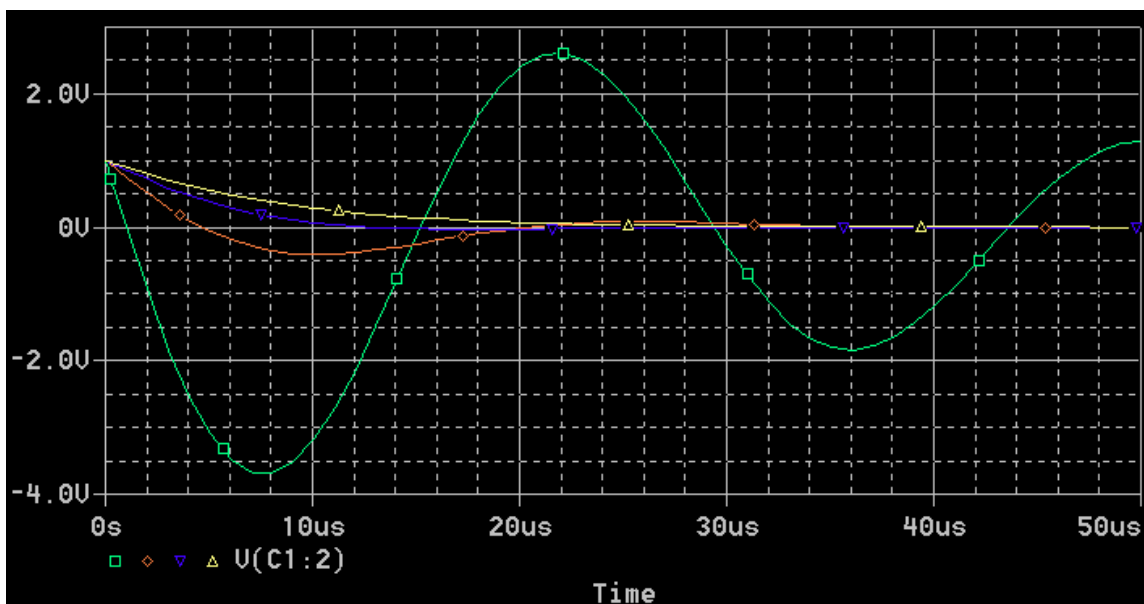
A continuación se entra en el Setup, se configura el transitorio, y se selecciona "Parametric Sweep". En el caso del ejemplo, se seleccionará "Global Parameter", y se dará el nombre que tiene nuestro parámetro en el esquema, así como los valores inicial, final y el incremento que queremos que tome de un valor a otro.



Una vez está configurado el análisis, se puede ejecutar sin ningún problema. Se elige "Run" y tras un corto intervalo de tiempo, aparece la siguiente ventana, pidiendonos qué valores de los calculados queremos representar en nuestro estudio.



Por defecto aparecen seleccionados todos, se acepta y por fin se puede ver el resultado.

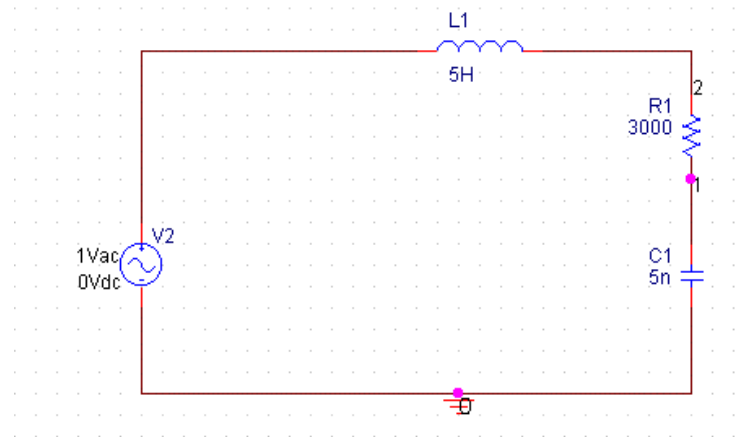




Para R pequeña, apenas se ofrece oposición al intercambio de energía entre la bobina y el condensador, la señal es subamortiguada (el condensador descarga en la bobina haciendo que esta se cargue, para luego descargarse en aquel sin apenas disipación). Se observa como según R aumenta, hay más oposición al intercambio, llegando este sólo a realizarse una sola vez para valores de R grandes (sobreamortiguada).

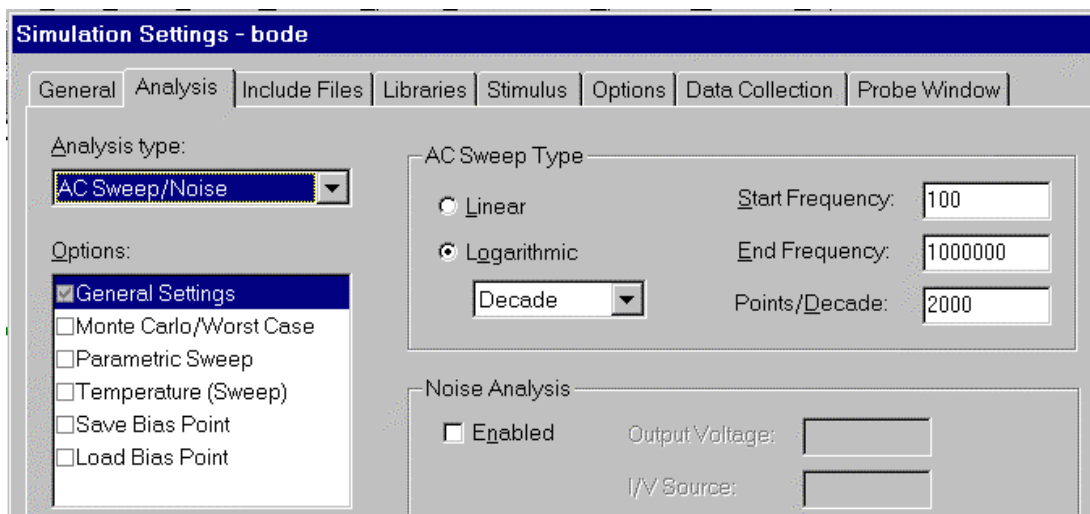
### **4.3 DIAGRAMA DE BODE DEL CIRCUITO RLC SERIE.**

Vamos a calcular el diagrama de bode de módulo y fase de la función de transferencia que relaciona la tensión en el condensador con la tensión en la fuente del siguiente circuito.

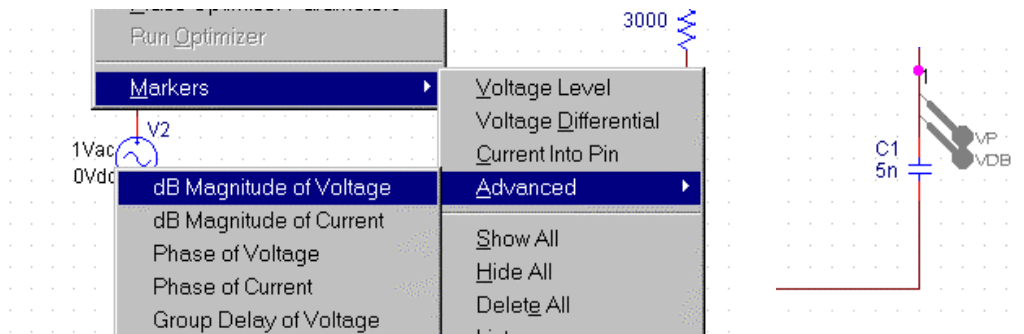


El montaje del esquema no es complicado, y una vez realizado, antes de poner los marcadores, es necesario configurar la simulación.

Para configurar el análisis, abrimos la ventana del setup y elegimos "Acsweep". Hay que indicar la escala (logarítmica), las unidades (Décadas) y las frecuencias de inicio, la final y cuantas queremos tomar intermedias.



Ya realizada la selección de barrido en alterna, se escogen los marcadores y se colocan en el esquema. Tienen que ser marcadores avanzados, de fase y módulo.



Seleccionados los marcadores, se ejecuta el análisis y se obtienen los resultados:

