

## 5 PROBE

### 5.1 Introducción

PROBE es un programa de representación gráfica capaz de representar los datos generados por una sentencia ".PROBE"<sup>1</sup> contenida en el fichero del circuito que se haya simulado. Los datos que el programa PROBE visualiza son los contenidos en los ficheros ".DAT". Un fichero ".DAT" se genera como consecuencia de una sentencia ".PROBE" y toma el nombre del fichero del circuito que lo generó. Además el nombre del último fichero creado se mantiene en otro fichero denominado PROBE.NAM.

#### *Configuración*

Debido al carácter gráfico del programa es preciso, antes de su utilización, configurar el dispositivo de representación, más concretamente el tipo de tarjeta gráfica que se utilizará y el dispositivo de impresión sobre el que se realizará el volcado de las pantallas representadas. Esta configuración se realiza ejecutando el programa SETUPDEV.<sup>2</sup> Al llamarlo se muestra la configuración actual y se presenta un menú con diversas opciones que permiten modificar dicha configuración. La tarjeta gráfica seleccionada deberá estar de acuerdo con la utilizada, pero en el dispositivo de impresión (*hard\_copy*) se permite redirigir la salida a un fichero. En consecuencia el dispositivo no tiene por qué coincidir con la impresora que se tenga conectada. En particular, si se piensa utilizar el fichero con el volcado impreso para insertar la imagen en procesadores de texto, un dispositivo adecuado es el "HP" ya que se producirá un fichero en formato *hpgl* que es entendido por prácticamente todos los programas de tratamiento de textos y además ocupa poco espacio.

#### *Llamada a PROBE*

La ejecución del programa se realiza mediante la orden PROBE. Si se introduce esta orden sin ningún argumento se visualizarán los datos correspondientes al fichero indicado en el fichero "PROBE.NAM" que será con toda probabilidad el nombre del último análisis efectuado. Pero si la llamada al programa

---

<sup>1</sup> Tanto la sentencia como el programa son propios de PSpice.

<sup>2</sup> Lo mismo se puede hacer mediante la opción "Display/Prn Setup" del Control Shell.

se realiza seguida del nombre de un fichero con extensión ".DAT" será éste el fichero de datos que se procesará.

Tal como se comentó al inicio, el uso del fichero de ejecución por lotes PSPICE.BAT automatiza la llamada a PROBE y el mantenimiento del nombre correcto en el fichero PROBE.NAM.

Para demostrar algunas características de programa se usará el siguiente fichero de circuito que no es otro que el que se utilizó al estudiar el análisis transitorio añadiendo un análisis ".AC" y un análisis ".DC".

EX5\_1 CIRCUITO PARA DEMOSTRACION DE PROBE

```
.model BC108B NPN(Is=7.049f Xti=3 Eg=1.11 Vaf=59.59 Bf=381.7 Ise=59.74f
+      Ne=1.522 Ikf=3.289 Xtb=1.5 Br=2.359 Isc=192.9p Nc=1.954
+      Ikr=7.807 Rc=1.427 Cjc=5.38p Mjc=.329 Vjc=.6218 Fc=.5 Cje=11.5p
+      Mje=.2718 Vje=.5 Tr=10n Tf=438p Itf=5.716 Xtf=14.51 Vtf=10)
```

```
.PARAM COLECTOR=1K
```

```
VIN 1 0 AC 1E-3 SIN(0 .5MV 1K)
VCC 4 0 6V
```

```
RB 1 5 50
CIN 5 2 100E-9
```

```
R1 4 2 390K
R2 2 0 195K
RC 4 3 {COLECTOR}
Q1 3 2 0 BC108B
```

```
.AC DEC 10 100 10E06
.TRAN 1U 4M
.DC PARAM COLECTOR 1 3K 100
```

```
.PROBE
```

```
.END
```

Este fichero corresponde al circuito de la figura 5.1

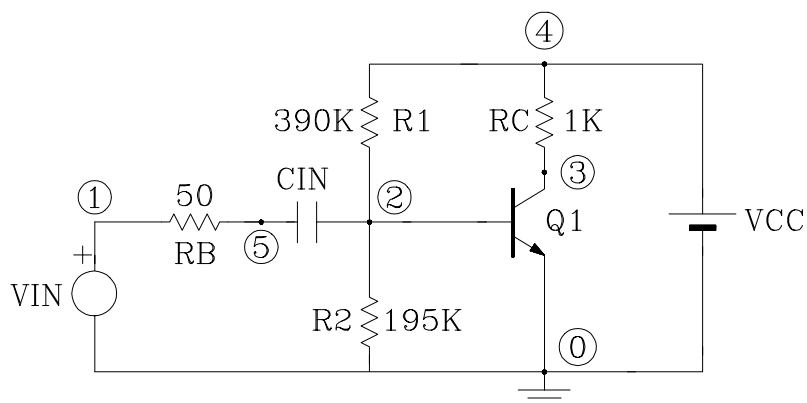


Fig. 5.1

### Menú de inicio

Al iniciarse PROBE lo primero que aparece es una pantalla en la que se muestran los análisis disponibles. Éstos dependerán de los que se hallan ejecutado y que pueden ser *Dc\_sweep*, *Ac\_sweep* y *Transient\_analysis*. Si se efectuó un sólo tipo de análisis esta pantalla no aparecerá y se entrará directamente en el menú de arranque.

En el menú de arranque aparece un cuadro, inicialmente vacío, que acogerá las gráficas que se soliciten y, debajo, las opciones disponibles a este nivel. Las opciones se seleccionan mediante los cursores, por medio del ratón o bien pulsando la letra que aparece en mayúsculas en cada una de las opciones.

La magnitud representada en el eje X es en función del tipo de análisis que se está visualizando. Será *frecuencia* si es un análisis ".AC", *tiempo* si es un análisis transitorio o la variable que se ha barrido en el caso de un análisis ".DC". Pero, como se verá más adelante, esta magnitud se puede cambiar a conveniencia en la opción "X\_axis".

## 5.2 Trazas

El primer paso consiste en indicar la variable o variables que se desean visualizar. Cada variable se visualiza a través de una curva que se denomina "traza". La orden de visualizar una nueva traza se ejecuta mediante la opción "*Add\_trace*".

Al seleccionar *Add\_trace* se solicita la variable que se desea visualizar. Las variables permitidas son las tensiones de los nodos y las corrientes a través de los dispositivos. La sintaxis para especificar la variable que se desea es similar a la usada en el comando ".PRINT" (consúltese el apéndice E: Variables de Salida) si bien existen ciertas diferencias. Las expresiones aceptadas son las siguientes:

$V(<nodo>)$ : tensión del nodo indicado con respecto a la masa . Ex: V(5)

$V(<nodo+>,<nodo->)$ : tensión entre el  $<nodo+>$  y el  $<nodo->$ . Ex: V(4,3)

$Vx(<nombre>)$ : tensión con respecto a masa del terminal "x" del dispositivo indicado con "nombre". "x" puede tomar los siguientes valores:

- 1: terminal positivo de un dispositivo de 2 terminales.
- 2: terminal negativo de un dispositivo de 2 terminales.
- C: colector de un transistor bipolar. Ex: VC(Q1).
- B: base de un transistor bipolar. Ex: VB(Q1).
- E: emisor de un transistor bipolar. Ex: VE(Q1).
- D: drenador de un transistor FET, MOSFET o MESFET. Ex: VD(M1).
- G: puerta de un transistor FET, MOSFET o MESFET. Ex: VG(M1).
- S: surtidor de un transistor FET, MOSFET o MESFET. Ex: VS(M1)
  - o sustrato de un transistor bipolar.
- B: sustrato de un transistor FET, MOSFET o MESFET.

$I(<nombre>)$ : corriente a través de un dispositivo de dos terminales;  $<nombre>$  debe corresponder a un dispositivo de dos terminales. Ex: I(CIN).

$Ix(<nombre>)$ : corriente entrante por el terminal "x" del dispositivo de *más* de 2 terminales  $<nombre>$ . El significado de "x" es el indicado anteriormente con la excepción de que no están permitidos los valores 1 o 2 ya que hacen referencia a dispositivos de dos terminales. Ex: IB(Q1).

Si se desea se puede obtener una lista con las variables disponibles presionando la tecla F4 o el botón derecho del ratón. Si se repite esta operación aparece una ventana en la que se puede pedir que la lista incluya las diversas formas de especificar las variables siguiendo las convenciones que se han explicado *Show\_alias\_names* o que se muestren los nodos internos de los subcircuitos *Show\_internal\_subcircuit\_nodes*.

Una característica importante es que no sólo se puede pedir la traza de las variables, sino también de expresiones formadas por funciones. Las funciones disponibles (además de la suma, la resta, la multiplicación y la división) se muestran en la siguiente tabla, donde se considera que "x" es una variable que se especifica siguiendo las convenciones anteriores:

<i>FUNCIÓN</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
ABS(x)	x
SGN(x)	$\begin{cases} +1 & (\text{si } x > 0) \\ 0 & (\text{si } x = 0) \\ -1 & (\text{si } x < 0) \end{cases}$
SQRT(x)	$\sqrt{x}$
EXP(x)	$e^x$
LOG(x)	$\ln x $
LOG10(x)	$\log x $
M(x)	Magnitud (módulo) de x
P(x)	Fase de x
R(x)	Parte real de x
IMG(x)	Parte imaginaria de x
G(x)	Retraso de grupo de x
PWR(x,y)	$ x ^y$
SIN(x)	sen(x) {x en radianes}
COS(x)	cos(x) {x en radianes}
TAN(x)	tg(x) {x en radianes}
ATAN(x)	arctg(x) {resultado en radianes}
ARCTAN(x)	mismo resultado que ATAN(x)
d(x)	Derivada de x con respecto a la variable del eje X
s(x)	Integral de la variable x sobre el rango activo del eje X*
AVG(x)	Valor medio de la variable x sobre el rango activo del eje X*
AVG(x)	Valor medio de la variable x (desde x-d hasta x) sobre el rango activo del eje X*
RMS(x)	Valor eficaz de la variable x sobre el rango activo del eje X*
DB(x)	Magnitud de x en decibelios
MIN(x)	Mínimo de la parte real de x
MAX(x)	Máximo de la parte real de x

\* El rango activo se establece mediante *Restric\_data* tal como se verá más adelante.

Algunas funciones como M, P, G, R e IMG hacen referencia a magnitudes complejas y sólo tienen sentido en el análisis ".AC" o en la FFT, puesto que en el resto de situaciones las magnitudes son reales.

En las variables y en las expresiones no se distingue entre mayúsculas o minúsculas, pero sí en los prefijos. Para el prefijo "mili" se usa *m* y para el "mega" *M*. Ésta es una diferencia con respecto a la sintaxis utilizada en SPICE.

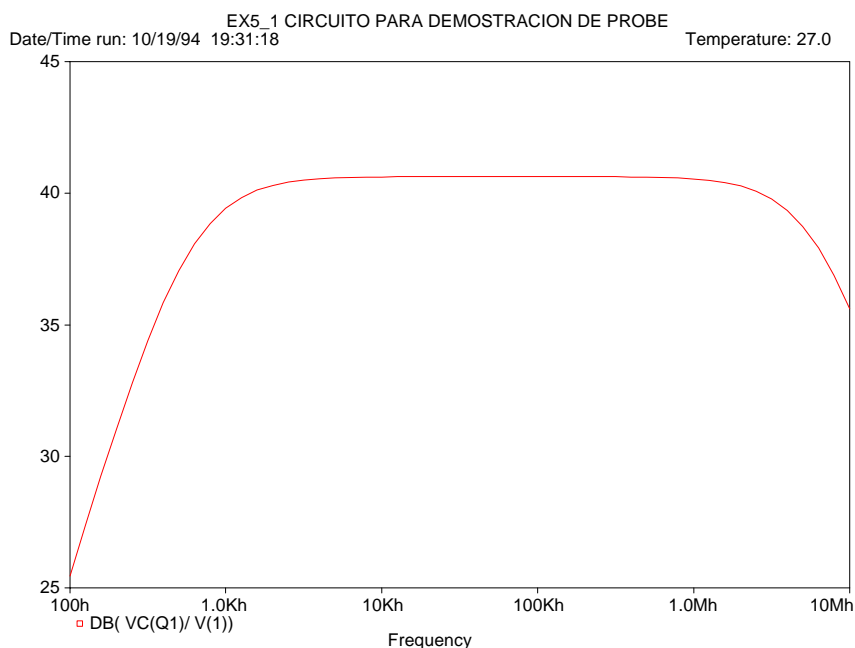


Fig. 5.2

En las figuras 5.2 y 5.3 se muestran diversas trazas del análisis ".AC". La primera corresponde a la magnitud de la ganancia entre la tensión de colector y la tensión de entrada VIN en dB. La segunda corresponde a la fase de la misma ganancia. La variable que se está representando se indica al pie de la gráfica.

Para el análisis ".AC" se utiliza aritmética compleja y por defecto se visualiza la magnitud. Por ello  $DB(VC(Q1)/V(1))$  es equivalente a  $DB(M(VC(Q1)/V(1)))$ , pues ambas proporcionan la magnitud de  $VC(Q1)/V(1)$  en dB.

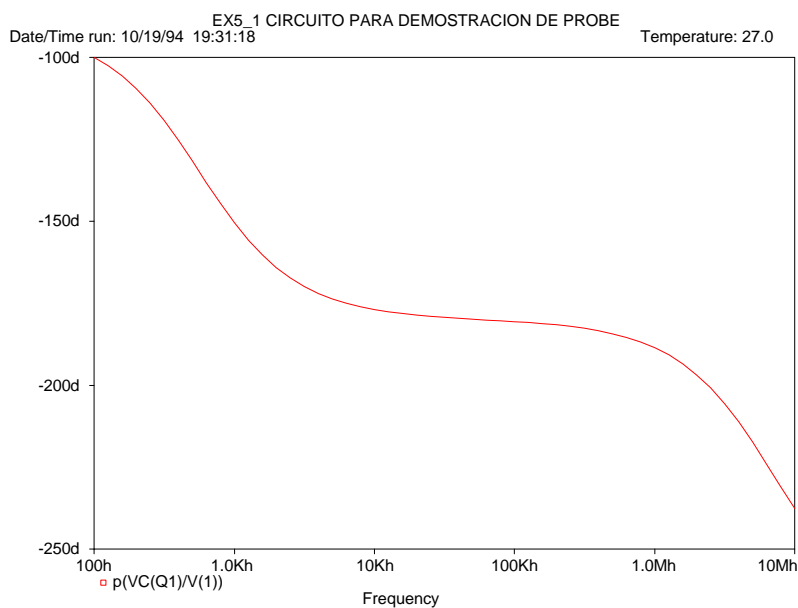


Fig. 5.3

Se puede superponer más de una traza tal como se observa en la figura 5.4. Cada vez que se añade una traza debajo del el recuadro aparece la expresión de la traza precedida de un símbolo, que será el que marcará la traza si se usan símbolos para distinguir entre las diversas trazas. El uso o no de símbolos en las trazas se regula en el menú *Plot\_control* tal como se verá más adelante.

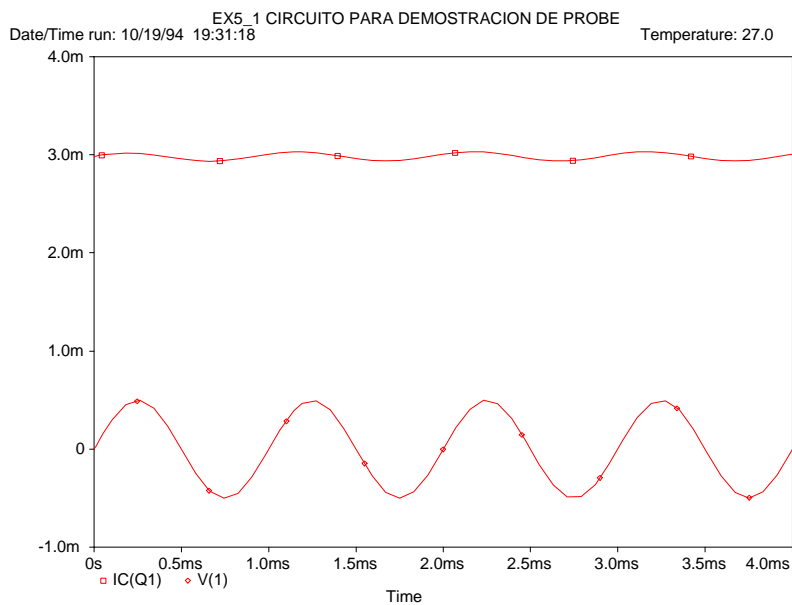


Fig. 5.4

El borrado de una o más trazas se realiza mediante *Remove\_trace*.

### 5.3 Cursores

Activando el menú "Cursor" del menú de inicio aparece un nuevo menú y dos cursores en forma de cruz (si bien al estar inicialmente superpuestos parece que sólo existe uno). Simultáneamente aparece un recuadro en la esquina inferior derecha que muestra el valor de ambos cursores –C1, C2– y la diferencia entre ellos –dif–.

El cursor C1 se puede desplazar mediante las teclas <→> y <←> y el cursor C2 mediante la combinación de las teclas <Mayúscula, →> y <Mayúscula, ←>. Alternativamente se puede usar el ratón, el botón izquierdo posiciona el cursor C1 y el derecho el C2.

Si existe más de una traza se puede asignar un cursor a cada traza o ambos a la misma traza. Mediante las teclas <Control, →> y <Control, ←> el cursor C1 pasará de una a otra traza y se indicará en qué traza está situando un recuadro sobre el símbolo de la traza. El cursor C2 cambia de traza mediante <Control, Mayúscula, →> y <Control, Mayúscula, ←>. El mismo resultado se obtiene por medio del ratón: el cursor C1 se asigna a una traza presionando el botón izquierdo cuando el cursor del ratón se halla sobre el símbolo de la traza mientras que el cursor C2 se cambia con el botón derecho.

En la parte inferior de la pantalla existen una serie de opciones, llamadas condiciones, que facilitan el movimiento automático de los cursores. Son:

- *Min*: mueve el cursor al punto de la traza con el mínimo valor de Y.
- *maX*: mueve el cursor al punto de la traza con el máximo valor de Y.
- *Peak*: posiciona el cursor en el próximo pico. Un pico es un punto con un valor de Y superior al punto inmediatamente anterior y al inmediatamente posterior.
- *Trough*: al contrario que Peak, mueve el cursor al próximo valle.
- *sLOpe*: el cursor se sitúa en el próximo punto con pendiente máxima (positiva o negativa).
- *Search\_commands*: permite especificar una serie de condiciones que ha de cumplir el punto donde se posiciona el cursor. No se tratará el manejo de esta opción en estos apuntes, el lector interesado puede acudir a la bibliografía específica.

Estas órdenes actúan sobre el último cursor que se haya movido. En el caso de que todavía no se haya movido ningún cursor actuarán sobre el cursor C1. En las órdenes que implican una dirección de movimiento –*peak*, *trough* y *slope*– la dirección por defecto es la última en que se movió el cursor. En caso de que no haya habido un movimiento previo la dirección por defecto será hacia la derecha. Si no

se cumple la condición especificada (no existe un valle, un pico, etc. en la dirección indicada) el cursor no se moverá.

Las otras dos opciones que quedan son:

- *Hard\_copy*: realiza un volcado de la pantalla, con información de los cursores, sobre el dispositivo definido al ejecutar SETUPDEV.
- *Label\_point*: coloca una etiqueta en el punto donde se encuentra el cursor con los valores X e Y del punto. Estas etiquetas se pueden editar posteriormente con la opción *Label* del menú de inicio.

En la figura 5.5 se muestra un volcado mediante la orden *hardcopy* en la que se han posicionado los cursores con "max" y "min" y se han colocado etiquetas en dichos puntos

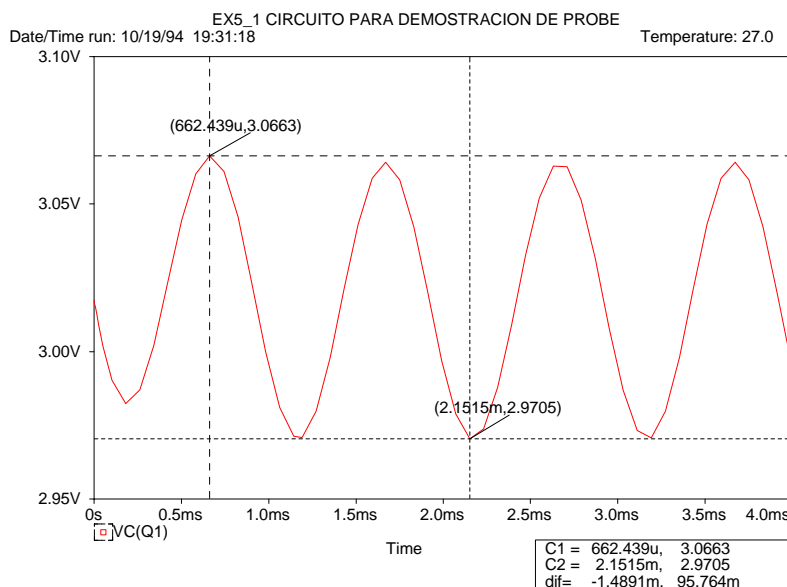


Fig.5.5

### 5.4 Eje X

La configuración del eje X se realiza con la opción *X\_axis* del menú de inicio. Aparece el siguiente submenú:

- *X\_variable*: por defecto la variable "x" es la frecuencia en el caso de estar visualizando un análisis ".AC", *tiempo* en el caso de un análisis transitorio, o la variable de barrido en el

caso de un análisis ".DC". Esta opción permite cambiar la variable por defecto y pasarla a cualquier variable permitida.

- *Lineal (Log)*: cambia el eje X a lineal si el eje es logarítmico y a la inversa si es lineal. En este último caso aparecerá la opción *Log*. Inicialmente el eje es logarítmico en la visualización de los análisis ".AC" y lineal en el resto de los casos.
- *Restric\_data (Unrestric\_data)*: determina el rango de valores del eje X que se utilizarán para realizar determinadas funciones tales como RMS(x), MIN(x), etc. y para el cálculo de la FFT. *Unrestric\_data* anula la selección anterior.
- *Set\_range*: permite fijar el rango de visualización. Su efecto se limita a la visualización, a diferencia de *restric\_data*. Las tres posibles formas de indicar el rango son:
  - $\langle \text{valor inicial} \rangle \langle \text{valor final} \rangle$
  - $\langle \text{valor inicial} \rangle , \langle \text{valor final} \rangle$
  - $(\langle \text{valor inicial} \rangle , \langle \text{valor final} \rangle)$
 El valor final puede ser inferior al valor inicial, con lo que se puede invertir el eje.
- *Fourier*: calcula la FFT. Si la variable del eje X es tiempo se obtiene la transformada de Fourier, si es frecuencia se obtiene la transformada inversa de Fourier.
- *Performance\_analysis*: sólo tiene aplicación cuando existen diversas secciones, tema sobre el que no se ha tratado por caer fuera del objetivo de este texto.

## 5.5 Eje Y

A las acciones relativas al eje Y se accede con la opción *Y\_axis* y son las siguientes:

- *add\_aXis*: añade un nuevo eje Y (hasta un máximo de 3). De esta forma se pueden representar sobre el mismo gráfico variables de magnitudes diferentes. Los ejes se numeran correlativamente.
- *select\_axis*: permite seleccionar uno de los ejes existentes usando las teclas de cursor. Todas las acciones se realizan sobre el eje seleccionado. Así al añadir una nueva traza ésta se escalará según el eje activo. El eje correspondiente a una traza, sobre el que está escalada la traza, se indica a la izquierda del símbolo de la traza mediante el número del eje recuadrado.
- *Change\_title*: se usa para cambiar el título del eje.
- *color\_Option*: controla la asignación de colores a las trazas. Las opciones son:
  - Normal*: asigna un color diferente a cada traza independientemente del eje al que pertenezca.

*Match\_axis*: asigna el mismo color a todas las trazas del mismo eje.  
*Sequential\_per\_axis*: asigna un color a la primera traza de *todos* los ejes, otro color a las segundas trazas de todos los ejes, y así sucesivamente.

- *Log (Lineal)*: cambia el eje Y a logarítmico si el eje era lineal y a la inversa.
- *Set\_range*: permite fijar el rango de visualización. Las tres posibles formas de indicar el rango son:  
 <valor inicial> <valor final>  
 <valor inicial> , <valor final>  
 (<valor inicial> , <valor final>)

El valor final puede ser inferior al valor inicial con lo que se puede invertir el eje.

Las figuras 5.6 y 5.7 ilustran la ventaja de usar dos ejes en lugar de uno solo para visualizar dos trazas de diferentes magnitudes. En ambas gráficas se han representado la tensión de colector y la corriente de base. En la primera figura, al tener un solo eje, la corriente de colector no se distingue porque queda sobre el eje X al tener valores del orden de  $10^{-3}$ A. Por el contrario, en la segunda gráfica se ha añadido un nuevo eje y de esta forma cada magnitud está escalada según sus dimensiones. Nótese sobre la segunda figura la numeración de los ejes y la indicación del eje activo mediante el signo ">>".

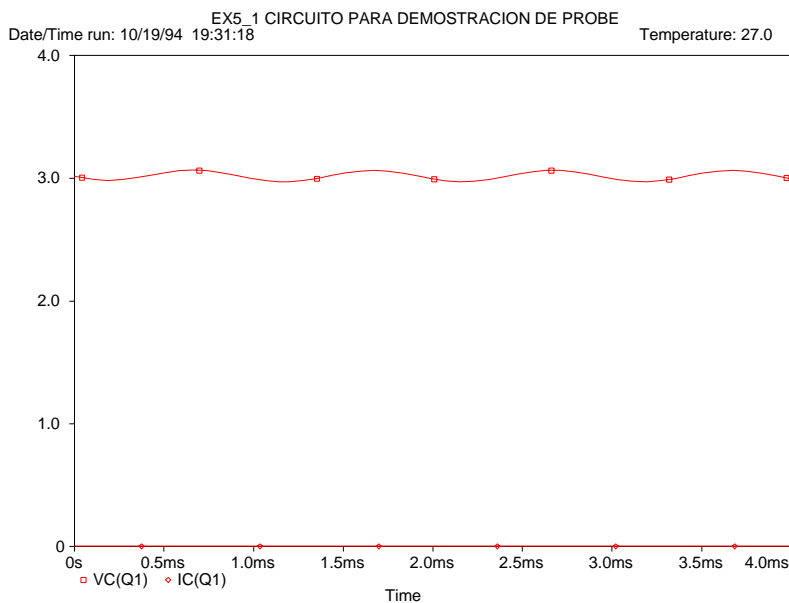


Fig. 5.6

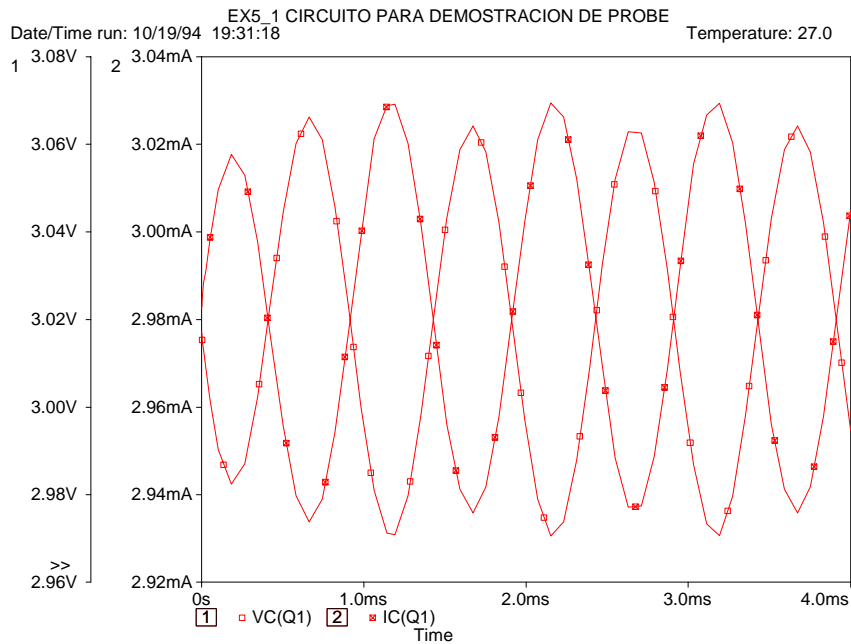


Fig. 5.7

## 5.6 Plot

Con la opción *Plot\_control* se determina la cantidad de gráficos que se visualizarán y el aspecto de las trazas. Las posibilidades que se ofrecen al entrar en este menú son:

- *Add\_plot*: añade un nuevo marco (una nueva gráfica) en la que se podrán representar las trazas.
- *Select\_plot*: esta opción aparecerá siempre que exista más de un *plot*. La selección del *plot* activo se realiza a través de las teclas de cursor. La mayoría de las acciones se efectuarán sobre el *plot* seleccionado (cambiar de eje Y, añadir y borrar trazas, cursores, etc.). Otras, sin embargo, afectan a todos los *plots* estén o no seleccionados (cambiar la variable del eje X, utilizar o no símbolos, etc.).
- *Mark\_data\_points (Do\_not\_mark\_data\_points)*: al activar esta opción mostrará(no mostrará) sobre la traza los puntos calculados realmente en el análisis. La traza se dibuja haciendo una interpolación entre estos puntos.
- *always\_Use\_symbols (Never\_use\_symbols)*: siempre(nunca) superpondrá el símbolo de la traza sobre la traza. Sirve para distinguir las diversas trazas entre sí.

- *auTo\_symbols*: sólo superpondrá los símbolos si existen dos trazas con el mismo color sobre un mismo *plot*.

En la figura 5.8 se muestra una sesión con varios *plots* y dos ejes en uno de los *plots*

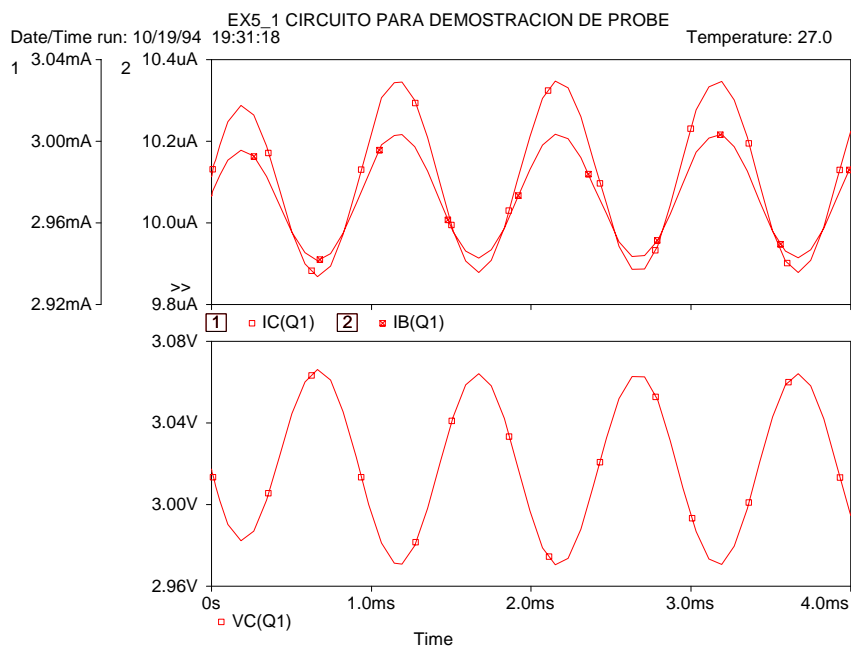


Fig. 5.8

## 5.7 Otros menús

### DISPLAY\_CONTROL

El menú *Display\_control* permite salvar el estado de una sesión (*plots* activos, trazas, ejes, etiquetas, etc.). De esta manera se puede salir del programa y al volver recuperar, de forma fácil, la situación que se tenía antes de salir. Las opciones de las que se dispone son:

- *Save*: salva la sesión en curso. Se solicita un nombre para identificarla y añade al nombre el tipo de análisis.
- *List\_displays*: muestra una lista con todas las sesiones disponibles independientemente del tipo de análisis al que pertenezcan.

- *Restore*: permite recuperar una sesión siempre y cuando sea del mismo tipo que la sesión en curso. Por ello sólo muestra las sesiones de análisis del tipo de la sesión activa.
- *View\_display\_detail*: proporciona datos detallados de la sesión seleccionada.
- *One\_delete,All\_delete*: borra una o más sesiones previamente salvadas.

### ZOOM

Realiza un zoom sobre una zona determinada del gráfico, o sobre uno de los ejes. Una de las opciones es *Pan*, que no modifica el tamaño sino la zona de gráfico que se visualiza.

### LABEL

Con esta opción se pueden incluir en los plots textos o motivos gráficos sencillos. Dispone de la opción *title* que posibilita cambiar el encabezado que aparecerá en las copias generadas con *Hard\_copy*.

### HARD\_COPY

Produce un volcado de los *plots* visualizados sobre un dispositivo de impresión. El tipo dispositivo de impresión se selecciona con el programa SETUPDEV.

### CONFIG\_COLORS

Con esta opción se asignan los colores de las trazas, de los fondo, de los ejes, de los cursores y del cursor del ratón. También se puede fijar la cantidad de colores diferentes que se usarán para visualizar las trazas. Para que las selecciones sean permanentes se ha de usar la opción *Save*.

### MACROS

Sirve para definir *macros*. Las *macros* permiten asignar una función a una secuencia de letras.

## **Apéndices**

## **Apéndice A: C**

### **Comandos**

(excepto los comandos de análisis)

#### **.DISTRIBUTION**

Descripción:

Permite definir una distribución para las tolerancias que serán usadas en los análisis estadísticos.

Sintaxis:

*.DISTRIBUTION* <nombre> (<desviación><probabilidad>)\*

#### **.END**

Descripción:

Señala el final del circuito.

Sintaxis:

*.END*

#### **.ENDS**

Descripción:

Indica el final de un subcircuito

Sintaxis:

*.ENDS*

## **.FUNC**

Descripción:

Define una función que puede ser usada en las expresiones. La definición debe preceder a su uso

Sintaxis:

*.FUNC* <nombre> ([arg]\*) <función>

<nombre>: nombre de la función

[arg]\*: argumentos

<función>: expresión matemática

## **.IC**

Descripción:

Fija condiciones iniciales

Sintaxis:

*.IC* <V(<nodo>[,<nodo>]) = <valor>\*

## **.INC**

Descripción:

Inserta el contenido de otro fichero

Sintaxis:

*.INC* <"nombre de fichero">

## **.LIB**

Descripción:

Permite hacer referencia a un modelo o a un subcircuito definidos en otro fichero

Sintaxis:

*.LIB* ["nombre de fichero"]

## **.LOADBIAS**

Descripción:

Carga el punto de reposo contenido desde un fichero previamente generado con "SAVEBIAS"

Sintaxis:

*.LOADBIAS* <"nombre de fichero">

## .MODEL

Descripción:

Definición de un modelo

Sintaxis:

*.MODEL* <nombre del modelo> [*AKO*:<nombre del modelo de referencia>]  
 + <tipo de modelo>  
 + ([<parámetro>=<valor>[especificación de tolerancia]])\*  
 + [*T\_MEASURED*=<valor>][*T\_ABS*=<valor>] ó  
 +[*T\_REL\_GLOBAL*=<valor>] ó [*T\_REL\_LOCAL*=<valor>])

<tipo de modelo>: puede ser uno de los siguientes:

TIPO	COMPONENTE	TIPO	COMPONENTE
CAP	Capacidad	NMOS	N-MOSFET
IND	Inductancia	PMOS	P-MOSFET
RES	Resistencia	GASFET	N-MESFET GaAs
D	Diodo	CORE	Núcleo magnético
NPN	BJT NPN	VSWITCH	Interruptor controlado por tensión
PNP	BJT PNP	ISWITCH	Interruptor controlado por corriente
LPNP	BJT PNP lateral	DINPUT	Dispositivo de entrada digital
NJF	N-JFET	DOUTPUT	Dispositivo de salida digital
PJF	P-JFET	UXXX	Dispositivos digitales

## .NODESET

Descripción:

Propone, sin fijar, un punto de reposo en los nodos indicados

Sintaxis:

*.NODESET* <V(<nodo>[,<nodo>])=<valor>

## .OPTIONS

Descripción:

Establece el valor de las opciones

Sintaxis:

*.OPTIONS [nombre de la opción]\* [<nombre de la opción>=<valor>]*

1) *opciones tipo flag (activadas/desactivadas):*

- ACCT: presenta información al final de todos los análisis
- EXPAND: produce un listado de los dispositivos de los subcircuitos y del contenido del fichero del punto de reposo
- LIBRARY: listado de las líneas provenientes de las librerías
- LIST: sumario de los dispositivos
- NOBIAS: suprime el listado de las tensiones del punto de reposo
- NODE: proporciona un listado completo de las conexiones
- NOECHO: suprime el listado del fichero fuente
- NOMOD: suprime el listado de los parámetros de los modelos
- NOPAGE: suprime la paginación y los encabezados de cada sección
- NOREUSE: no salva ni recupera automáticamente la información del punto de reposo en análisis multi-ejecución (STEP, TEMP), Motecarlo y "caso peor" (worts case)
- NOOUTMSG: suprime los mensajes de error en el fichero de salida
- NOPRBMSG: suprime los mensajes de error en el fichero de datos de PROBE
- OPTS: proporciona un listado con todas las opciones

2) *opciones que necesitan un valor*

- ABSTOL=...: error permitido en el cálculo de corrientes (por defecto: 1pA)
- CHGTOL=...: error permitido en el cálculo de cargas (por defecto: 0,1pC)
- CPTIME=...: máximo tiempo de ejecución permitido (por defecto: 1E6)
- DEFAD=..., DEFAS=...: fijan el área por defecto de los drenadores y surtidores de los MOSFET (por defecto: 0)
- DEFL=..., DEFW=...: indican la longitud y la anchura por defecto de los MOSFET (por defecto: 100 $\mu$ )
- GMIN=...: conductancia mínima para cualquier rama (por defecto: 1E-12  $\Omega^{-1}$ )
- ITL1=...: máximo número de iteraciones en DC y punto de reposo (por defecto: 40)
- ITL2=...: máximo número de iteraciones "sugeridas" en DC y punto de reposo (por defecto: 20)
- ITL4=...: máximo número de iteraciones cualquier punto en análisis transitorio (por defecto: 10)
- ITL5=...: máximo número de iteraciones para todos los puntos en análisis transitorio (por defecto: infinito)
- LIMPTS=...: máximo número de puntos en la tablas de salida (por defecto: infinito)
- NUMDGT=...: cantidad de dígitos de los datos en las tablas de salida (por defecto: 4, máximo: 8)

- PIVREL=...: magnitud relativa del pivote en la resolución de las matrices (por defecto: 1E-3)
- PIVTOL=...: magnitud absoluta del pivote en la resolución de las matrices (por defecto: 1E-13)
- RETOL=...: error relativo para corrientes y tensiones (por defecto: 0,001)
- TNOM=...: temperatura por defecto (por defecto: 27 °C)
- VNTOL=...: error permitido en el cálculo de tensiones (por defecto: 1μV)
- WIDTH: fija el número de columnas de la salida. Pueden ser 80 (por defecto) ó 132

## **.PARAM**

Descripción:

Define un parámetro global

Sintaxis:

*.PARAM* <<nombre>=<valor>>\*

*.PARAM* <<nombre>={<expresión>}>\*

## **.PLOT**

Descripción:

Proporciona una salida gráfica para impresoras en modo carácter

Sintaxis:

*.PLOT* <tipo de análisis> [variable de salida]\*

+ ([<limite inferior>,<limite superior>])\*

## **.PRINT**

Descripción:

Proporciona una tabla de valores

Sintaxis:

*.PRINT* <tipo de análisis> [variable de salida]\*

## **.PROBE**

Descripción:

Genera un fichero de datos para el programa Probe

Sintaxis:

*.PROBE*[/CSDF] [variable de salida]\*

[/CSDF]: utiliza el formato texto "Common Simulation Data Format"

**.SAVEBIAS**

Descripción:

Salva las tensiones del punto de reposo de algunos nodos en un fichero

Sintaxis:

```
.SAVEBIAS <"nombre de fichero"> <[OP] [TRAN] [DC]> [NOSUBCKT]
+ [TIME=<valor>] [REPEAT]] [TEMP=<valor>]
+ [STEP=<valor>] [MCRUN=<valor>] [DC=<valor>]
+ [DC1=<valor>] [DC2=<valor>]
```

**.SUBCKT**

Descripción:

Definición de subcircuito

Sintaxis:

```
.SUBCKT <nombre> [nodo]*
+ [OPTIONAL:<<nodo interfaz>=<valor por defecto>>]*]
+ [PARAMS:<<nombre>=<valor>>]*]
+ [TEXT:<<nombre>=<texto>>]*]
```

**.TEXT**

Descripción:

Substituye cadenas de caracteres por un nombre

Sintaxis:

```
.TEXT <<nombre>="<texto>" >*
```

**.WATCH**

Descripción:

Muestra el resultado de los análisis conforme se ejecutan

Sintaxis:

```
.WATCH [DC] [AC] [TRAN]
+ [<variable de salida> [<límite inferior>,<límite superior>]]*
```

## **.WIDTH**

Descripción:

Determina el nº de columnas de la salida

Sintaxis:

*.WIDTH OUT=<valor>*

## Apéndice B: Tipos de análisis\*

### .AC (Respuesta en frecuencia)

Sintaxis:

*.AC {LIN/DEC/OCT} <puntos> <frecuencia inicial> <frecuencia final>*

*{LIN/DEC/OCT}*: tipo de barrido:

LIN: barrido lineal. *<puntos>*: número total de frecuencias

DEC: barrido logarítmico por décadas. *<puntos>*: número total de frecuencias en cada década

OCT: barrido logarítmico por octavas. *<puntos>*: número total de frecuencias en cada octava

*<frecuencia inicial>*: frecuencia de inicio del barrido

*<frecuencia final>*: frecuencia final del barrido, que debe ser mayor que *<frecuencia inicial>*

### .DC (Barrido de continua)

Sintaxis:

Barrido lineal:

*.DC [LIN] <variable> <valor inicial> <valor final> <paso>*

+ *[especificación del barrido anidado]*

Barrido logarítmico:

*.DC {DEC/OCT} <variable> <valor inicial> <valor final> <puntos>*

+ *[especificación del barrido anidado]*

Lista de valores:

*.DC <variable> LIST <lista de valores>*

+ *[especificación del barrido anidado]*

*<variable>*: magnitud que se varía. Puede ser de los siguientes tipos:

- Valor DC de una fuente independiente
- Parámetros globales

---

\* Los análisis marcados con "‡" no se han explicado. Se proporcionan su sintaxis a modo de referencia

- Parámetros de modelos de dispositivos
- Temperatura

<pasos>: incremento de la variable de barrido en barrido lineal

<puntos>: número de puntos de cálculo por década u octava en barridos logarítmicos

[especificación del barrido anidado]: barrido adicional

### **.MC (Análisis de Montecarlo)‡**

Sintaxis:

*.MC* <nº de ejecuciones> <análisis> <variable de salida>

+ <función> [opción]\* [SEED=valor]

<nº de ejecuciones>: número total de ejecuciones que se realizará del análisis especificado

<análisis>: tipo de análisis (DC, AC o TRAN)

<variable de salida>: mismo formato que en la sentencia ".PRINT"

<función>: operación que se realizará con los valores de la variable de salida

### **.FOUR (análisis de Fourier)**

Sintaxis:

*.FOUR* <frecuencia de la fundamental> [número de armónicos] <variable de salida>\*

<frecuencia de la fundamental>: valores que se considerarán en el cálculo serán los correspondientes a  
1/<frecuencia de la fundamental>

[número de armónicos]: cantidad de armónicos que se calcularán

<variable de salida>: mismo formato que en la sentencia ".PRINT"

### **.NOISE (análisis de ruido)‡**

Sintaxis:

*.NOISE* V(nodo[,nodo]) <nombre> [intervalo de representación]

V(nodo[,nodo]): tensión de salida

<nombre> : nombre de la fuente independiente para la que se calculará el ruido equivalente

[intervalo de representación]: proporciona información detallada cada intervalo de frecuencia

---

‡ Consúltese bibliografía especializada

‡ Consúltese bibliografía especializada

### **.SENS (análisis de sensibilidad)**

Sintaxis:

*.SENS <variables de salida>\**

*<variables de salida>*: mismo formato que en la sentencia ".PRINT"

### **.STEP (análisis de sensibilidad)‡**

Sintaxis:

Barrido lineal:

*.STEP [LIN] <variable> <valor inicial> <valor final> <paso>*

Barrido logarítmico:

*.STEP {DEC/OCT} <variable> <valor inicial> <valor final> <puntos>*

Lista de valores:

*.STEP <variable> LIST <lista de valores>*

*<variable>*: magnitud que se varía. Puede ser de los siguientes tipos:

- Valor DC de una fuente independiente
- Parámetros globales
- Parámetros de modelos de dispositivos
- Temperatura

*<paso>*: incremento de la variable de barrido en barrido lineal

*<puntos>*: número de puntos de cálculo por década u octava en barridos logarítmicos

### **.TEMP (Análisis en temperatura)‡**

Sintaxis:

*.TEMP <lista de temperaturas>\**

*<lista de temperaturas>\**: temperaturas en grados centígrados a las que se realizará el análisis

---

‡ Consúltese bibliografía especializada

‡ Consúltese bibliografía especializada

**.TF (Función de transferencia)**

Sintaxis:

*.TF* <variable de salida> <fuente indep. de entrada>

<fuente indep. de entrada>: variable de entrada. Será una tensión si la fuente es una fuente independiente de tensión o corriente si la fuente es de corriente

<variable de salida>: mismo formato que en la sentencia ".PRINT". En caso de ser una corriente ésta ha de ser la corriente a través de una fuente de tensión

**.TRAN (Análisis transitorio)**

Sintaxis:

*.TRAN*[/OP] <intervalos de representación> <tiempo final>  
+ [no print value] [step ceiling value]] [UIC]

[/OP]: proporciona información detallada del punto de reposo

<intervalos de representación>: intervalos de tiempo usado para guardar los resultados para las sentencias ".PRINT" y ".PLOT"

<tiempo final>: el análisis se realiza entre el instante cero y este valor

[no print value]: instante en el que se comienza a guardar los resultados para ".PRINT" ".PLOT" o ".PROBE"

[step ceiling value]: máximo incremento de tiempo permitido

[UIC]: usa las especificaciones "IC=..." suministradas en la definición de condensadores e inductancias

**.WC (Caso más desfavorable)‡**

Sintaxis:

*.WC* <análisis> <variable de salida> <función> [opción]\*

<análisis>: tipo de análisis (DC, AC o TRAN)

<variable de salida>: mismo formato que en la sentencia ".PRINT"

<función>: operación que se realizará con los valores de la variable de salida

---

‡ Consúltese bibliografía especializada

## Apéndice C: Dispositivos

### C (Condensadores)

Sintaxis:

*C*<nombre> <nodo+> <nodo-> [nombre del modelo] <valor> [IC=voltaje inicial]

Modelo:

.MODEL <nombre del modelo> CAP([parámetro=<valor>]\*)

Parámetros	Significado	Unidades	Valor por defecto
C	factor multiplicativo del valor del condensador		1
TC1	coeficiente de temperatura lineal	voltios <sup>-1</sup>	0
TC2	coeficiente de temperatura cuadrático	voltios <sup>-2</sup>	0
VC1	coeficiente lineal de variación con la tensión	°C <sup>-1</sup>	0
VC2	coeficiente cuadrático de variación con la tensión	°C <sup>-2</sup>	0

Valor del condensador:

- Si no se indica nombre de modelo el valor de la capacidad será:  $C = \langle \text{valor} \rangle$

- Si se especifica modelo:

$$C = \langle \text{valor} \rangle \cdot C \cdot (1 + VC1 \cdot V + VC2 \cdot V^2) \cdot (1 + TC1 \cdot (T - TNOM) + TC2 \cdot (T - TNOM)^2)$$

Parámetros *on-line*:

-  $\langle \text{valor inicial} \rangle$  : voltaje inicial en el condensador durante el cálculo de punto de reposo

## D (Diodo)

Sintaxis:

*D*<nombre> <nodo+> <nodo-> <nombre del modelo> [área]

Modelo:

.MODEL <nombre del modelo> D ([parámetro=<valor>]\*)

Parámetros:

Véase bibliografía especializada

## E (Fuente de tensión controlada por tensión)

Sintaxis:

*E*<nombre> <nodo+> <nodo-> <nodo de control+> <nodo de control-> <ganancia>

*E*<nombre> <nodo+> <nodo-> POLY(dimensión) <<nodo de control+> <nodo de control->>\* +  
<coeficientes>\*

*E*<nombre> <nodo+> <nodo-> VALUE={expresión}

*E*<nombre> <nodo+> <nodo-> TABLE {expresión}=  
+ <<valor de entrada>, <valor de salida>>\*

*E*<nombre> <nodo+> <nodo-> LAPLACE {expresión}={<transformada>}

*E*<nombre> <nodo+> <nodo-> FREQ {expresión}=<<frecuencia>, <magnitud>, <fase>>\*

*E*<nombre> <nodo+> <nodo-> CHEBYSHEV {expresión}=  
+ <tipo>, <frecuencias de corte>\*, <atenuación>

- <nodo+> y <nodo->: nodos de conexión.
- <ganancia>: razón entre la tensión de salida y la tensión de control
- POLY: consultar el capítulo "fuentes dependientes"
- VALUE: consultar el capítulo "fuentes dependientes"
- TABLE: consultar el capítulo "fuentes dependientes"
- LAPLACE, FREQ, CHEBYSHEV: consultar bibliografía especializada

## F (Fuente de corriente controlada por corriente)

Sintaxis:

$F\langle nombre \rangle \langle nodo+ \rangle \langle nodo- \rangle \langle fuente indep. de tensión \rangle \langle ganancia \rangle$

$F\langle nombre \rangle \langle nodo+ \rangle \langle nodo- \rangle POLY(dimensión) \langle fuente indep. de tensión \rangle^*$   
 $+ \quad \quad \quad \langle \langle coeficientes \rangle \rangle^*$

- $\langle nodo+ \rangle$  y  $\langle nodo- \rangle$ : nodos de conexión
- $\langle fuente indep. de tensión \rangle$ : la corriente de control es la corriente de la fuente independiente de tensión
- $\langle ganancia \rangle$ : razón entre la corriente de salida y la corriente de control
- $POLY$ : consultar el capítulo "fuentes dependientes"

## G (Fuente de corriente controlada por tensión)

Sintaxis:

$G\langle nombre \rangle \langle nodo+ \rangle \langle nodo- \rangle \langle nodo de control+ \rangle \langle nodo de control- \rangle \langle transconductancia \rangle$

$G\langle nombre \rangle \langle nodo+ \rangle \langle nodo- \rangle POLY(dimensión)$   
 $+ \quad \quad \quad \langle \langle nodo de control+ \rangle \langle nodo de control- \rangle \rangle^*$   
 $+ \quad \quad \quad \langle \langle coeficientes \rangle \rangle^*$

$G\langle nombre \rangle \langle nodo+ \rangle \langle nodo- \rangle VALUE=\{expresión\}$

$G\langle nombre \rangle \langle nodo+ \rangle \langle nodo- \rangle TABLE \{expresión\} =$   
 $+ \quad \quad \quad \langle \langle valor de entrada \rangle, \langle valor de salida \rangle \rangle^*$

$G\langle nombre \rangle \langle nodo+ \rangle \langle nodo- \rangle LAPLACE \{expresión\} = \{ \langle transformada \rangle \}$

$G\langle nombre \rangle \langle nodo+ \rangle \langle nodo- \rangle FREQ \{expresión\} = \langle \langle frecuencia \rangle, \langle magnitud \rangle, \langle fase \rangle \rangle^*$

$G\langle nombre \rangle \langle nodo+ \rangle \langle nodo- \rangle CHEBYSHEV \{expresión\} =$   
 $+ \quad \quad \quad \langle \langle tipo \rangle, \langle frecuencias de corte \rangle^*, \langle atenuación \rangle$

- $\langle nodo+ \rangle$  y  $\langle nodo- \rangle$ : nodos de conexión
- $\langle nodo de control+ \rangle$  y  $\langle nodo de control- \rangle$ : nodos de la tensión de control
- $\langle transconductancia \rangle$ : razón entre la corriente de salida y la tensión de control
- $POLY$ : consultar el capítulo "fuentes dependientes"
- $VALUE$ : consultar el capítulo "fuentes dependientes"
- $TABLE$ : consultar el capítulo "fuentes dependientes"
- $LAPLACE, FREQ, CHEBYSHEV$ : consultar bibliografía especializada

## H (Fuente de tensión controlada por corriente)

Sintaxis:

*H*<nombre> <nodo+> <nodo-> <fuente indep. de tensión > <transresistencia>

*H*<nombre> <nodo+> <nodo-> *POLY*(dimensión) <fuente indep. de tensión>\*  
+ <<coeficientes>>\*

- <nodo+> y <nodo->: nodos de conexión
- <fuente indep. de tensión >: la corriente de control es la corriente de la fuente independiente de tensión
- <transresistencia>: razón entre la tensión de salida y la corriente de control
- *POLY*: consultar el capítulo "fuentes dependientes"

## I (Fuente de corriente independiente )

Sintaxis:

*I*<nombre> <nodo+> <nodo-> [[*DC* <valor>] [*AC* <magnitud> [*fase*]] [*transitorio*]

- *DC*: valor para el cálculo del punto de reposo y en los análisis ".DC". Valor por defecto: 0
- *AC*: amplitud (magnitud) y opcionalmente la fase para un análisis ".AC". Valor por defecto: 0
- *Transitorio*: estímulos de entrada para el análisis ".TRAN" . Véase el apéndice D. Valor por defecto: 0

## J (Transistor JFET )

Sintaxis:

*J*<nombre> <drenador> <puerta> <surtidor> <nombre del modelo> [área]

Modelo:

*.MODEL* <nombre del modelo> *NJF* ([parámetro=<valor>]\*)

*.MODEL* <nombre del modelo> *PJF* ([parámetro=<valor>]\*)

Parámetros:

Véase bibliografía especializada

## K (Transformador )

Sintaxis:

a) sin núcleo:

$K<nombre> L<nombre de inductor> <L<nombre de inductor> >* <valor de acoplo>$

b) con núcleo:

$K<nombre> <<L<nombre de inductor> >* <valor de acoplo>$

+

$<nombre del modelo> [tamaño]$

- $L<nombre de inductor>$ : lista de los inductores acoplados.
- $<valor de acoplo>$ : coeficiente de acoplo mutuo. Convención del punto: punto =  $<nodo+>$

Modelo:

$.MODEL <nombre del modelo> CORE ([parámetro=<valor>]*)$

Parámetros:

Véase bibliografía especializada

## L (Inductores)

Sintaxis:

$L<nombre> <nodo+> <nodo-> [nombre del modelo] <valor> [IC=corriente inicial]$

Modelo:

$.MODEL <nombre del modelo> IND ([parámetro=<valor>]*)$

Parámetros	Significado	Unidades	Valor por defecto
L	factor multiplicativo del valor del inductor		1
TC1	coeficiente de temperatura lineal	amp <sup>-1</sup>	0
TC2	coeficiente de temperatura cuadrático	amp <sup>-2</sup>	0
IL1	coeficiente lineal de variación con la corriente	°C <sup>-1</sup>	0
IL2	coeficiente cuadrático de variación con la corriente	°C <sup>-2</sup>	0

Valor del inductor:

- Si no se indica nombre de modelo: Inductancia =  $<valor>$

- Si se especifica modelo:

$$L = <valor> \cdot L \cdot (1 + IL1 \cdot I + IL2 \cdot I^2) \cdot (1 + TC1 \cdot (T - TNOM) + TC2 \cdot (T - TNOM)^2)$$

Parámetros on-line:

-  $<valor inicial>$  : corriente inicial en el inductor durante el cálculo de punto de reposo

## M (MOSFET)

Sintaxis:

```
M<nombre> <drenador> <puerta> <surtidor> <substrato> <nombre del modelo>
+      [L=<valor>] [W=<valor>]
+      [AD=<valor>] [AS=<valor>]
+      [PD=<valor>] [PS=<valor>]
+      [NRD=<valor>] [NRS=<valor>]
+      [NRG=<valor>] [NRB=<valor>]
+      [M=<valor>]
```

- *L*: longitud del canal
- *W*: anchura del canal
- *AD* y *AS*: área de drenador y de surtidor
- *PD* y *PS*: perímetro de drenador y de surtidor
- *NRD*, *NRS*, *NRG* y *NRB*: resistividades de drenador, surtidor, puerta y substrato
- *M*: factor multiplicativo

Modelo:

```
.MODEL <nombre del modelo> NMOS ([parámetro=<valor>]*)
.MODEL <nombre del modelo> PMOS ([parámetro=<valor>]*)
```

Parámetros:

Véase bibliografía especializada

## Q (Transistor Bipolar)

Sintaxis:

```
Q<nombre> <colector> <base> <emisor> [substrato] <nombre del modelo> [área]
```

Modelo:

```
.MODEL <nombre del modelo> NPN ([parámetro=<valor>]*)
.MODEL <nombre del modelo> PNP ([parámetro=<valor>]*)
.MODEL <nombre del modelo> LPNP ([parámetro=<valor>]*)
```

Parámetros:

Véase bibliografía especializada

## R (Resistencias)

Sintaxis:

$R$ <nombre> <nodo+> <nodo-> [nombre del modelo] <valor> [TC=<TC1>[,<TC2>]]

Modelo:

.MODEL <nombre del modelo> RES ([parámetro=<valor>]\*)

Parámetros	Significado	Unidades	Valor por defecto
R	factor multiplicativo del valor de la resistencia		1
TC1	coeficiente de temperatura lineal	$^{\circ}\text{C}^{-1}$	0
TC2	coeficiente de temperatura cuadrático	$^{\circ}\text{C}^{-2}$	0
TCE	coeficiente de temperatura exponencial	$\%/^{\circ}\text{C}$	0

Valor de la resistencia:

- Si no se indica nombre de modelo: Resistencia = <valor>

- Si se especifica modelo y *no* se incluye TCE:

$$R = \langle \text{valor} \rangle \cdot \mathbf{R} \cdot (1 + \mathbf{TC1} \cdot (T - \mathbf{TNOM}) + \mathbf{TC2} \cdot (T - \mathbf{TNOM})^2)$$

- Si se especifica modelo y se incluye TCE:

$$R = \langle \text{valor} \rangle \cdot \mathbf{R} \cdot 1,01^{\mathbf{TCE}(T - \mathbf{TNOM})}$$

Parámetros *on-line*:

- TC1: coeficiente de temperatura lineal

- TC2: coeficiente de temperatura cuadrático

Sólo tienen efecto si no se ha especificado modelo.

## V (Fuente de tensión independiente )

Sintaxis:

$V$ <nombre> <nodo+> <nodo-> [[DC]<valor>] [AC <magnitud> [fase]] [transitorio]

- DC: valor para el cálculo del punto de reposo y en los análisis ".DC". Valor por defecto: 0
- AC: amplitud (magnitud) y opcionalmente la fase para un análisis ".AC". Valor por defecto: 0
- Transitorio: estímulos de entrada para el análisis ".TRAN" . Véase el apéndice D. Valor por defecto: 0

## X (Subcircuito )

Sintaxis:

*X*<nombre> <nodo> <nodo>\* <nombre del subcircuito>• <nombre>: nombre del subcircuito que se utilizará definido mediante .SUBCKT

- <nodo> <nodo>\*: nombres de los nodos del circuito general a los que se conectarán los nodos del subcircuito indicados en la definición .SUBCKT.

Definición del subcircuito:

*.SUBCKT* <nombre> <nodo> <nodo>\*

*descripción del subcircuito*

*.ENDS*

## Apéndice D: Estímulos de Entrada

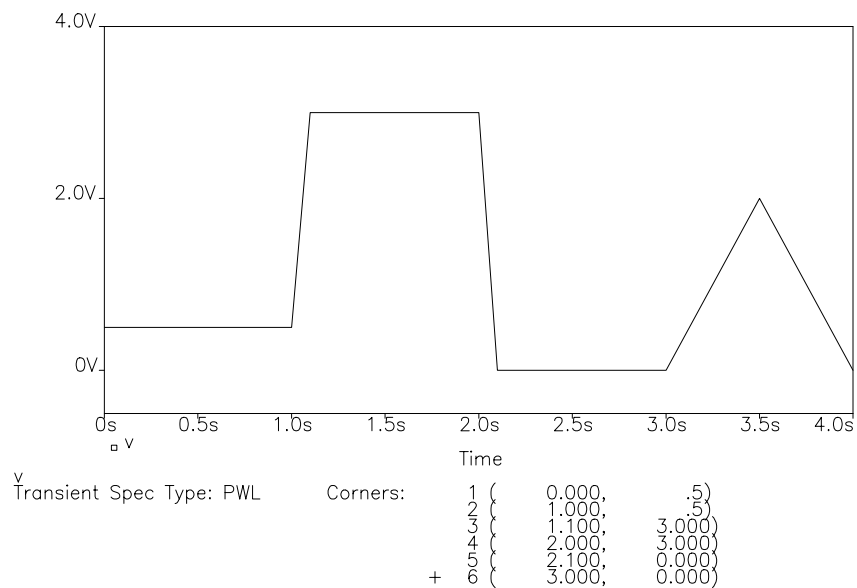
### Forma de Onda Arbitraria (PWL)

Sintaxis:

*PWL* (<t1> <v1> <t2> <v2> ...<n> <vn>)

Parámetro	Significado	Unidades	Valor por defecto
<tn>	instante de cambio	segundos	ninguno
<v2>	voltaje en el cambio	voltios	ninguno

Ejemplo: *V*<nombre> <nodo+> <nodo-> *PWL*(0 0.5 1 0.5 1.1 3 2 3 2.1 0 3 0 3.5 2 4 0 )



### Exponencial

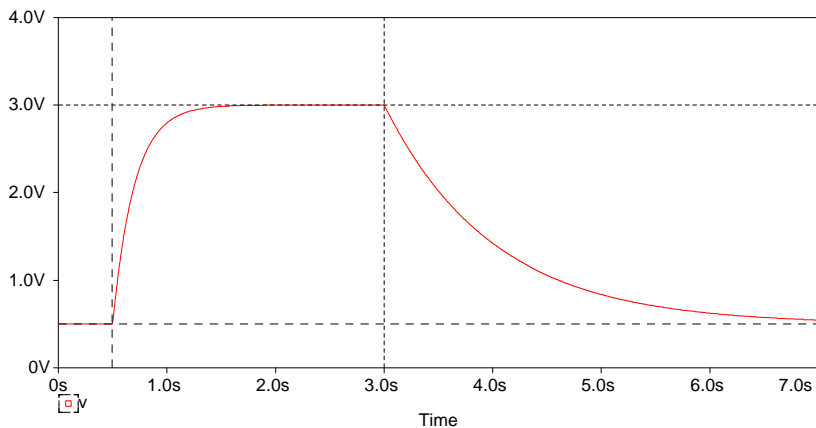
Sintaxis:

EXP (<v1> <v2> <td1> <tc1> <td2> <tc2>)

Parámetro	Significado	Unidades	valor por defecto
<v1>	voltaje inicial	voltios	ninguno
<v2>	voltaje de pico	voltios	ninguno
<td1>	delay de subida	segundos	0
<tc1>	constante de tiempo de subida	segundos	TSTEP
<td2>	delay de bajada	segundos	<td1>+TSTEP
<tc2>	constante de tiempo de bajada	segundos	TSTEP

$$v(t) = \begin{cases} v1 & (0 < t < td1) \\ v1 + (v2 - v1)(1 - e^{-(t-td1)/tc1}) & (td1 < t < td2) \\ v1 + (v2 - v1)(1 - e^{-(t-td1)/tc1}) - (1 - e^{-(t-td2)/tc2}) & (td2 < t) \end{cases}$$

Ejemplo: V<nombre> <nodo+> <nodo-> EXP(0.5 3 0.5 0.2 3 1)



v  
Transient Spec Type: EXP  
V1: .5  
V2: 3  
TD1: .5  
TC1: .2  
TD2: 3  
TC2: 1

C1 =	493.827m,	500.000m
C2 =	3.0000,	3.0000
dif=	-2.5062,	-2.5000

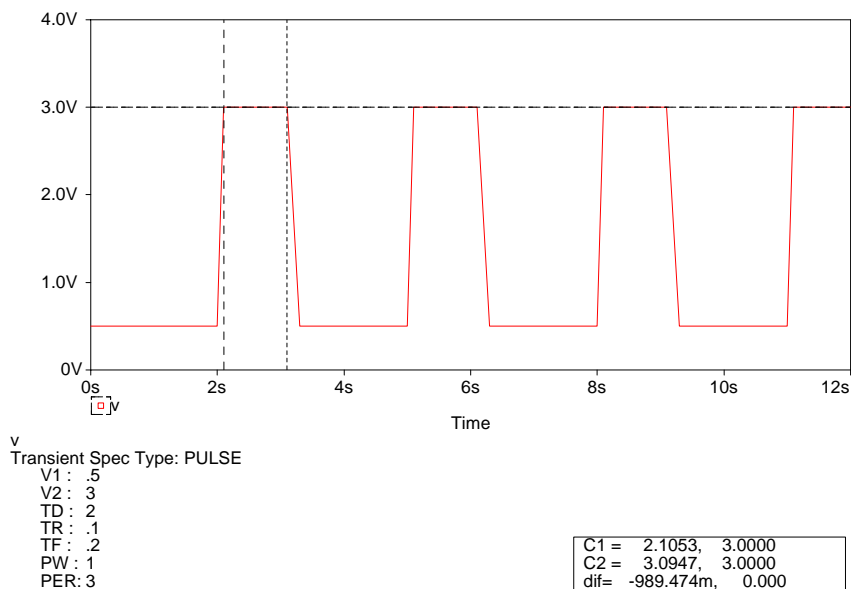
## Pulso Rectangular

Sintaxis:

*PULSE* (<v1> <v2> <td> <tr> <tf> <pw> <per>)

Parámetro	Significado	Unidades	Valor por defecto
<v1>	voltaje inicial	voltios	ninguno
<v2>	voltaje de pico	voltios	ninguno
<td>	delay (tiempo en que permanece al valor inicial)	segundos	0
<tr>	tiempo de subida	segundos	TSTEP
<tf>	tiempo de bajada	segundos	TSTEP
<pw>	ancho del pulso (tiempo en que la señal se mantiene a <v2>)	segundos	TSTOP
<per>	periodo	segundos	TSTOP

Ejemplo: *V<nombre> <nodo+> <nodo-> PULSE(0.5 3 2 0.1 0.2 0.9 3)*



## Seno

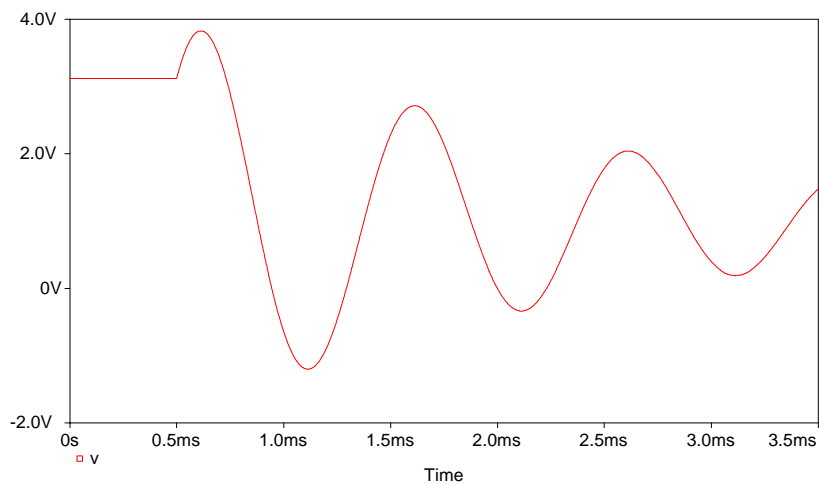
Sintaxis:

$SIN (<voff> <vampl> <freq> <td> <df> <fase>)$

Parámetro	Significado	Unidades	Valor por defecto
<voff>	voltaje de offset	voltios	ninguno
<vampl>	amplitud de pico	voltios	ninguno
<freq>	frecuencia	Hertzios	1/TSTOP
<td>	delay	segundos	0
<df>	factor de decaimiento	segundos <sup>-1</sup>	0
<fase>	fase	grados	0

$$v(t) = \begin{cases} voff + vampl \cdot \text{sen}(2\pi \cdot fase / 360^\circ) & \text{para } 0 < t < td \\ voff + vampl \cdot \text{sen}(2\pi \cdot (freq(t - td) + fase / 360^\circ)) \cdot e^{-(t-td) \cdot df} & \text{para } td < t \end{cases}$$

Ejemplo:  $V<nombre> <nodo+> <nodo-> SIN(1\ 3\ 1K\ 0.5E-3\ 100\ 45)$



v  
 Transient Spec Type: SIN  
 VOFF : 1  
 VAMPL:3  
 FREQ : 1.000E3  
 TD : 500.0E-6  
 DF : 500  
 PHASE:45

### Modulación de FM por un tono (SFFM)

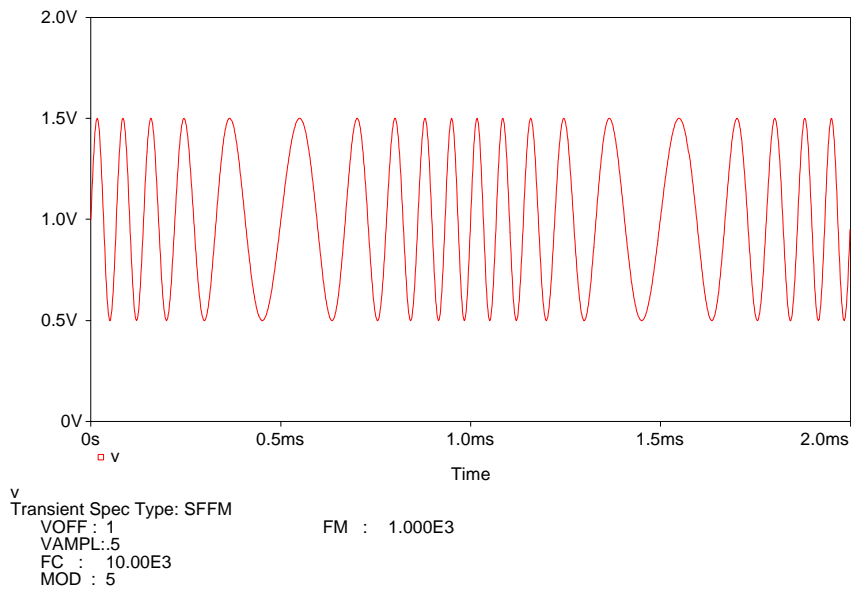
Sintaxis:

*SFFM* (<voff> <vAMPL> <fc> <mod> <fm>)

Parámetro	Significado	Unidades	Valor por defecto
<voff>	voltaje de offset	voltios	ninguno
<vAMPL>	amplitud de pico	voltios	ninguno
<fc>	frecuencia de la portadora	Hertzios	1/TSTOP
<mod>	índice de modulación	-	0
<fm>	frecuencia de la moduladora	Hertzios	1/TSTOP

$$v(t) = voff + vAMPL \cdot \sin(2\pi \cdot fc \cdot t + mod \cdot \sin(2\pi \cdot fm \cdot t))$$

Ejemplo: *V*<nombre> <nodo+> <nodo-> *SFFM*(1 0.5 10E3 5 1E3)





## Apéndice E: Funciones

Las siguientes funciones se pueden usar en PSpice, (en expresiones y con la opción "VALUE" en las fuentes controladas por tensión) y en el programa PROBE.

FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN	PSPICE	PROBE
ABS(x)	x	X	X
SGN(x)	+1 (si x > 0)	--	X
	0 (si x = 0)		
	-1 (si x < 0)		
SQRT(x)	$\sqrt{x}$	X	X
EXP(x)	$e^x$	X	X
LOG(x)	ln x	X	X
LOG10(x)	log x	X	X
M(x)	Magnitud (módulo) de x	--	X
P(x)	Fase de x	--	X
R(x)	Parte real de x	--	X
IMG(x)	Parte imaginaria de x	--	X
G(x)	Retraso de grupo de x	--	X
PWR(x,y)	$ x ^y$	X	X
PWRS(x,y)	$ x ^y$ (si x > 0)	X	--
	$- x ^y$ (si x < 0)		
SIN(x)	sen(x) {x en radianes}	X	X
COS(x)	cos(x) {x en radianes}	X	X
TAN(x)	tg(x) {x en radianes}	X	X
ATAN(x)	arctg(x) {resultado en radianes}	X	X
ARCTAN(x)	mismo resultado que ATAN(x)	X	X
LIMIT(x,min,max)	min (si x < min)	X	--
	x (si min < x < max)		
	max (si x > max)		
TABLE(x,x <sub>1</sub> ,y <sub>1</sub> , x <sub>2</sub> ,y <sub>2</sub> , ...x <sub>n</sub> ,y <sub>n</sub> )	Proporciona el valor de "y" correspondiente a "x" al interpolar los pares de valores "x <sub>n</sub> ,y <sub>n</sub> ". Y si "x" es mayor que el "max x <sub>n</sub> ", "y" tomará el valor asociado al "max x <sub>n</sub> " o si "x" es menor que el "min x <sub>n</sub> ", "y" tomará el valor asociado al "min x <sub>n</sub> ".	X	--
d(x)	Derivada de x con respecto a la variable del eje X	--	X
s(x)	Integral de la variable x sobre el rango activo del eje X	--	X
AVG(x)	Valor medio de la variable x sobre el rango activo del eje X	--	X
AVG(x)	Valor medio de la variable x (desde x-d hasta x) sobre el rango activo del eje X	--	X
RMS(x)	Valor eficaz de la variable x sobre el rango activo del eje X	--	X
DB(x)	Magnitud de x en decibelios	--	X
MIN(x)	Mínimo de la parte real de x	--	X
MAX(x)	Máximo de la parte real de x	--	X

## Apéndice F: Variables de Salida

Las convenciones usada para denominar variables en ".PRINT", ".PLOT" y ".PROBE" son las siguientes:

`<salida>[terminal][terminal][sufijo para .AC](<nombre/nodo>[,nodo])`

`<salida>[sufijo para .AC](<nodo+>[,nodo-])`

- `<salida>`: tipo de magnitud de salida (voltaje  $V$  o corriente  $I$ )
- `[terminal]`: especifica el terminal . Si la magnitud es corriente esta opción sólo tiene sentido en dispositivos con más de dos terminales. Los valores posibles son:
  - 1: terminal positivo de un dispositivo de 2 terminales.
  - 2: terminal negativo de un dispositivo de 2 terminales.
  - C: colector de un transistor bipolar. Ex: VC(Q1).
  - B: base de un transistor bipolar. Ex: VB(Q1).
  - E: emisor de un transistor bipolar. Ex: VE(Q1).
  - D: drenador de un transistor FET, MOSFET o MESFET. Ex: VD(M1).
  - G: puerta de un transistor FET, MOSFET o MESFET. Ex: VG(M1).
  - S: surtidor de un transistor FET, MOSFET o MESFET. Ex: VS(M1)  
o substrato de un transistor bipolar.
  - B: substrato de un transistor FET, MOSFET o MESFET.
- `[sufijo para .AC]`: en el caso de un análisis AC se puede especificar las siguientes características de la magnitud:
  - M: magnitud
  - DB: magnitud en dB
  - P: fase
  - G: retraso de grupo
  - R: parte real
  - I: parte imaginariasi no se especifica nada se entiende la magnitud.

- (*<nombre/nodo>*[*,nodo*]): nombre de un nodo o de un dispositivo.

Las formas  $V(\langle nombre \rangle)$  y  $V_{xy}(\langle nombre \rangle)$  no se admiten en PROBE, pero sí está permitida la forma:  $V_x(\langle nombre \rangle)$ .

Según esta convención las formas permitidas, sin considerar los sufijos para AC, son:

- $V(\langle nodo \rangle)$ : tensión del nodo indicado con respecto a la masa . Ex: V(5)
- $V(\langle nombre \rangle)$ : tensión entre los terminales del dispositivo de dos terminales  $\langle nombre \rangle$  (no válido en PROBE). Ex: V(R1)
- $V(\langle nodo+ \rangle, \langle nodo- \rangle)$ : tensión entre el nodo+ y el nodo-. Ex: V(4,3)
- $V_x(\langle nombre \rangle)$ : tensión con respecto a la masa del terminal "x" del dispositivo indicado con "nombre". Ex: VB(Q1)
- $V_{xy}(\langle nombre \rangle)$ : tensión entre el terminal "x" y el "y" del dispositivo indicado con "nombre" (no válido en PROBE). Ex: VGS(M1)
- $I(\langle nombre \rangle)$ : corriente a través de un dispositivo de dos terminales.  $\langle nombre \rangle$  debe corresponder a un dispositivo de dos terminales. Ex: I(CIN).
- $I_x(\langle nombre \rangle)$ : corriente entrante por el terminal "x" del dispositivo de más de 2 terminales  $\langle nombre \rangle$ . El significado de x es el indicado anteriormente con la excepción de que no están permitidos los valores 1 o 2 ya que hacen referencia a dispositivos de dos terminales. Ex: IB(Q1).

## Apéndice G: Prefijos

A continuación se muestran los prefijos admitidos en PSpice. No se distingue entre mayúsculas y minúsculas.

SÍMBOLO	FACTOR	NOMBRE
F	$10^{-15}$	femto-
P	$10^{-12}$	pico-
N	$10^{-9}$	nano-
U	$10^{-6}$	micro-
MIL	$25.4 \cdot 10^{-6}$	---
M (m*)	$10^{-3}$	mili-
K	$10^3$	kilo-
MEG (M*)	$10^6$	mega-
G	$10^9$	giga-
T	$10^{12}$	tera-

**\*NOTA:** Las letras marcadas con "\*" son las válidas para PROBE, es decir, en PROBE cambian los prefijos "M" ( $10^{-3}$ ) por "m" y "MEG" ( $10^6$ ) por "M". En el resto de prefijos es indiferente el uso de mayúsculas o minúsculas.

## Apéndice H: Convenciones sobre el fichero de circuito

La estructura del fichero de circuito ha de seguir las siguientes convenciones:

- La primera línea (y sólo ella) es la línea de título y puede contener cualquier tipo de texto. Esta línea tiene un uso exclusivamente de documentación
- La última línea debe ser una sentencia ".END"
- Las líneas de comentario se marcan con un "\*" en la primera columna y pueden contener cualquier texto
- Una línea se puede continuar poniendo un "+" en la primera columna de línea en la que continúa
- El orden en que se introduzcan los dispositivos no es significativo puesto que las conexiones entre ellos se determinan por el nombre de los nodos
- El orden entre las sentencias de control y la declaración de los dispositivos es indiferente excepto para:
  - la línea de título (debe ser la primera)
  - las definiciones de subcircuitos
  - la sentencia ".OP" con el parámetro "NOECHO"
  - la sentencia ".END"
- Si un comando u opción se especifica más de una vez se usa la última declaración. Esto no se aplica con:
  - ".LIB"
  - ".PRINT"
  - ".PLOT"
  - ".PROBE"En estos casos se usan todas las declaraciones.
- Los nombres y las palabras reservadas (*keywords*) pueden estar en mayúsculas o minúsculas
- Las tabulaciones y las comas son equivalentes a los espacios en blanco. Excepto en la línea de título la cantidad de ellos entre diversos elementos no son significativoS

## Bibliografía

- [REF93] MICROSIM.; *Circuit Analysis—Reference Manual*. Irvine, MicroSim, 1993.
- [USER93] MICROSIM.; *Circuit Analysis—User's Guide*. Irvine, MicroSim, 1993.
- [TUIN88] TUINENGA P.; *SPICE: a guide to circuit simulation using PSpice®*. New Jersey, Prentice-Hall, 1988.
- [RASH94] RASHID P.; *SPICE for Circuits and Electronics Using PSPICE*. New Jersey, Prentice-Hall, 1994.
- [GARIB95] GARCIA E.; IBAÑEZ J.; GIL L.; *PSpice. Simulación y Análisis de Circuitos asistida por ordenador*. Madrid, Paraninfo, 1995.
- [ANT87] ANTOGNETTI P.; MASSOBRIO G.; *Semiconductor device modeling with SPICE*. New York, McGraw-Hill, 1987.
- [NILSS94] NILSSON J.; RIEDEL S.; *Introducción a PSpice®*. Delaware, Addison-Wesley, 1994.
- [JILAT86] D.C. JILES; D.L. ATHERTON; "Theory of ferromagnetic hysteresis". *Journal of Magnetism and Magnetic Material*, 1986
- [MACR91] A.J. CONNELLY; P. CHOI; *Macromodeling with SPICE*. New Jersey, Prentice-Hall, 1991.