

LTSpiceIV: Guía rápida de uso

LTSpiceIV es un software de simulación de circuitos y dispositivos electrónicos de licencia libre puesto a disposición del usuario por la empresa Linear Technology (<http://www.linear.com/designtools/software/>), que puede descargarse desde la página principal de la empresa. Se descarga un archivo ejecutable de fácil instalación que se inicia en forma automática aceptando el acuerdo de licencia. Se accede al programa a través de un icono creado en el escritorio de Windows.



Barra de herramientas

Al iniciar el programa se despliega la hoja de trabajo y se presenta la barra de herramientas que permite el acceso a las distintas opciones, Figura 1.

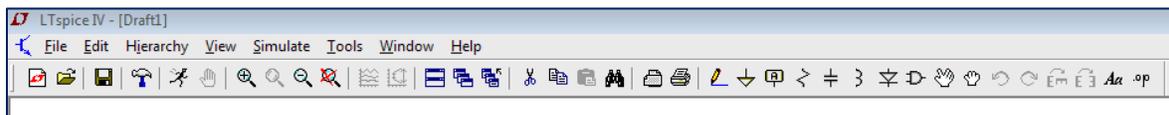


Figura 1

-  Nueva hoja de trabajo donde se dibujará el esquema del circuito
-  Abrir circuitos guardados
-  Guardar cambios
-  Panel de control
-  Simular
-  Detener la simulación
-  Opciones de zoom
-  Opciones de pantalla



Cortar, copiar, pegar, buscar



Opciones de impresión



Realizar el cableado del circuito. Se inicia haciendo clic en el botón izquierdo del *mouse*. Cada clic define un nuevo segmento de cable. Haciendo clic en un segmento de cable existente se inicia un nuevo cableado.



Colocar el símbolo de tierra que corresponde al nodo 0 del circuito



Especificar el nombre de un nodo elegido por el usuario



Colocar un nuevo resistor sobre la hoja de trabajo



Colocar un nuevo capacitor sobre la hoja de trabajo



Colocar un nuevo inductor sobre la hoja de trabajo



Colocar un nuevo diodo sobre la hoja de trabajo



Colocar un nuevo componente sobre la hoja de trabajo. Abre una ventana que permite acceder a la base de datos de la biblioteca de componentes



Mover los componentes a una nueva ubicación



Deshacer o rehacer el comando anterior



Rotar o espejar los componentes



Colocar texto sobre la hoja de trabajo. No tiene efecto sobre el comportamiento eléctrico del circuito.



Colocar texto para establecer diferentes opciones de simulación, modelos, parámetros y distintos tipos de comandos válidos en SPICE.

Creando y simulando un circuito

1- Accediendo al programa se abre la pantalla de la Figura 2

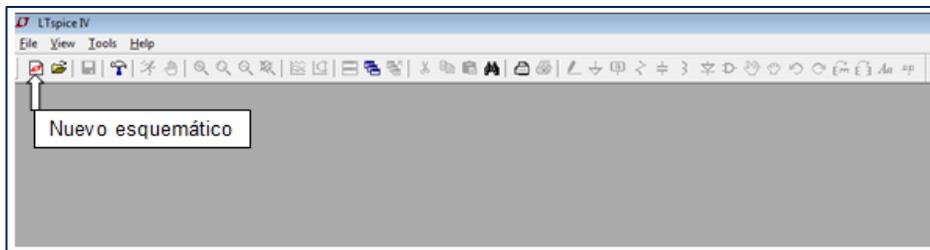


Figura 2

- 2- Abrir una nueva hoja de trabajo donde se creará el esquema del circuito. Para ello hacer clic sobre el icono de nuevo esquemático indicado en la Figura 2. Se abre una pantalla que muestra la nueva hoja de trabajo. La opción *View* → *Show Grid* permite activar o desactivar una grilla que sirve de referencia para el dibujo del circuito. La opción *Zoom back* (lupa con signo menos) permite escalar el dibujo. Resulta una pantalla como la de la Figura 3, lista para iniciar el armado del circuito.

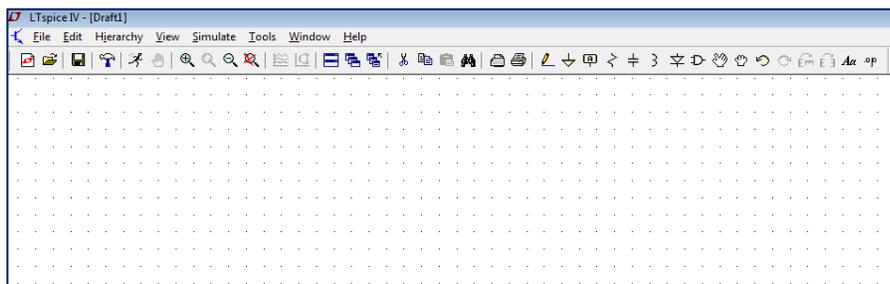


Figura 3

- 3- Seleccionar los componentes a utilizar. Resistores, capacitores, inductores y diodos se encuentran directamente utilizando el icono correspondiente. La Figura 4 muestra el caso de la selección de un resistor. Haciendo clic en el botón izquierdo del mouse sobre el dibujo del resistor se abre una ventana que permite establecer el valor de la resistencia, opcionalmente su tolerancia y potencia. El botón *Select Resistor* abre otra pantalla con acceso a la base de datos de resistores ya existentes con una tolerancia del 1% y una potencia de 0.1 W.

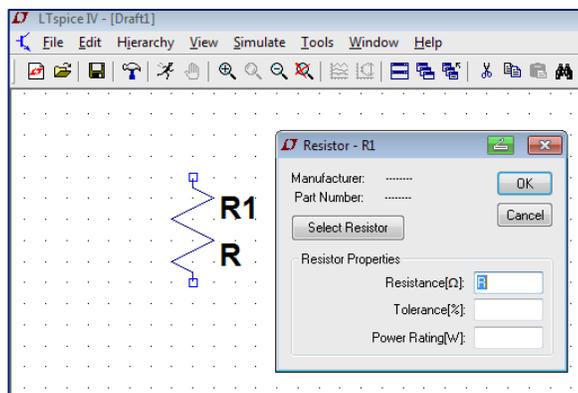


Figura 4

Para otro tipo de componentes se utiliza la opción *Component* , que abre una ventana permitiendo el acceso a la base de datos de componentes disponibles, Figura 5.

Para analizar el circuito es importante colocar los estímulos adecuados. Hay distintos tipos de fuentes disponibles en LTSpiceIV compatibles con SPICE.

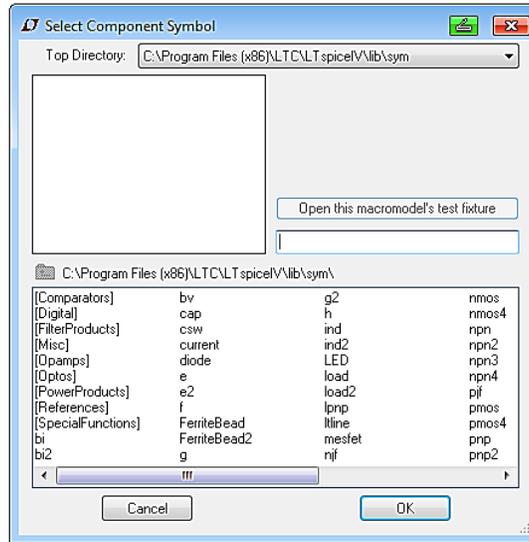


Figura 5

Una fuente de tensión se puede configurar de muchas maneras posibles. Al hacer clic sobre el icono de componentes se abre una ventana en la cual se selecciona la opción *voltage*, Figura 6, que permite colocar una fuente independiente de tensión sobre la hoja de trabajo. Haciendo clic con el botón derecho del mouse se abre una ventana que permite configurar la fuente como una batería o con la opción *Advanced* se pueden configurar otras opciones como se ve en la Figura 7. Las opciones que aparecen en la ventana cambiarán de acuerdo al tipo de fuente seleccionada.

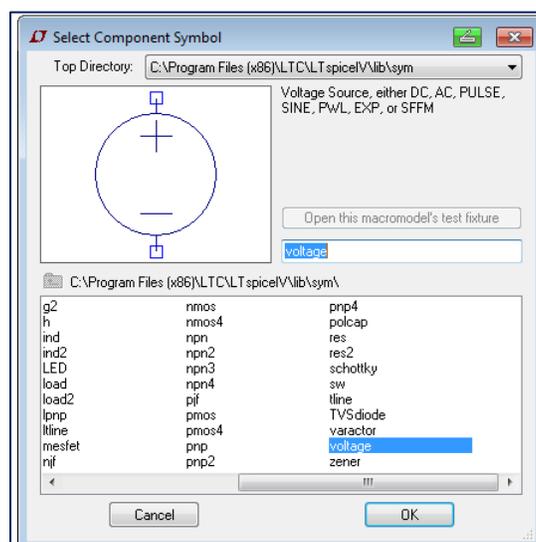


Figura 6

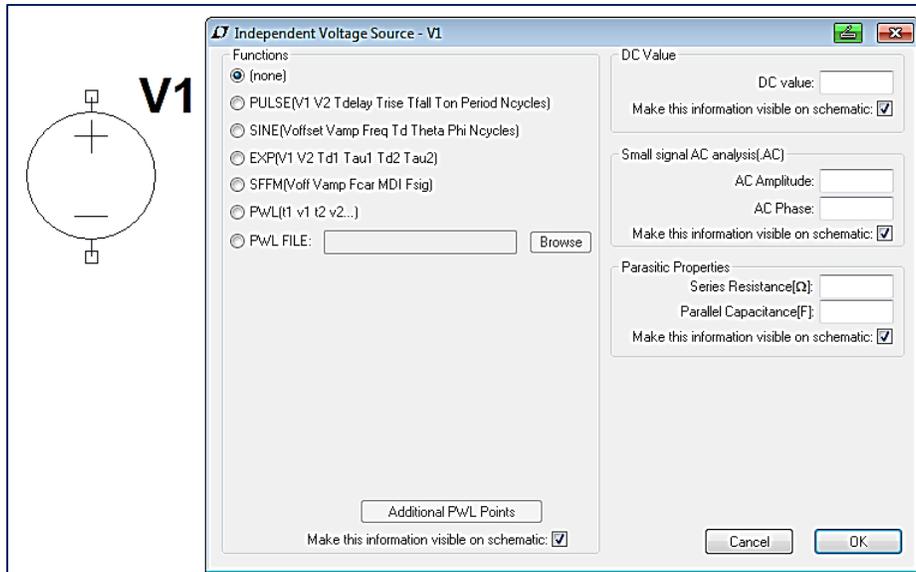


Figura 7

Se pueden configurar fuentes reales incorporando elementos parásitos: resistencia serie y capacitancia paralelo.

En forma similar se puede excitar el circuito con fuentes de corriente independientes, Figura 8.

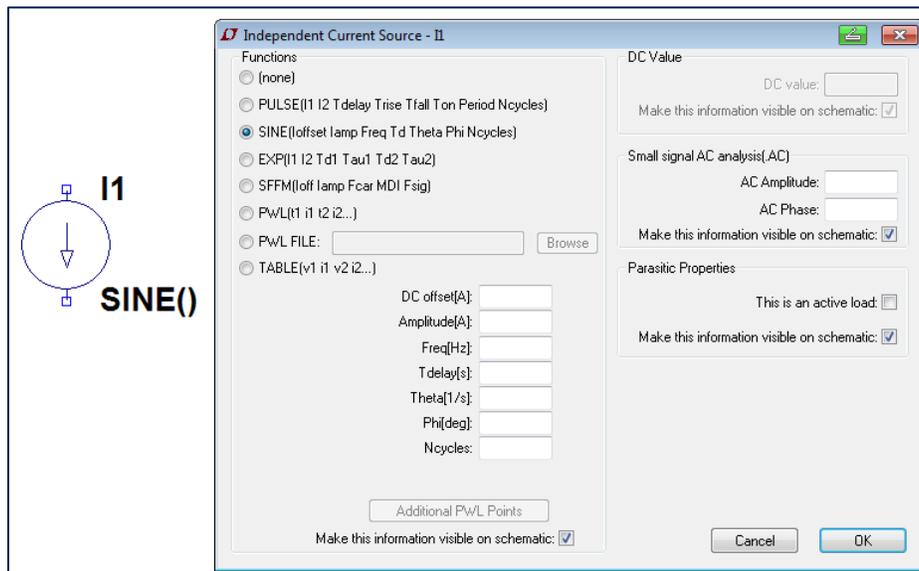


Figura 8

- 4- Una vez colocados los componentes se debe realizar el cableado de los componentes y la colocación del terminal de tierra GND. Para realizar el cableado se selecciona el icono  y se realizan las conexiones utilizando el botón izquierdo del mouse. Cada clic define un nuevo segmento de cable. Haciendo clic en un segmento de cable existente se inicia un nuevo cableado. El terminal de tierra (*Ground*)



se coloca a partir de la selección del icono que lo representa en el menú de la barra de herramientas.

- 5- Seleccionar el tipo de análisis a realizar sobre el circuito. Para ello se accede a *Simulate*→*Edit Simulation Cmd*, que abre una ventana con todos los tipos de análisis posibles de realizar, Figura 9.

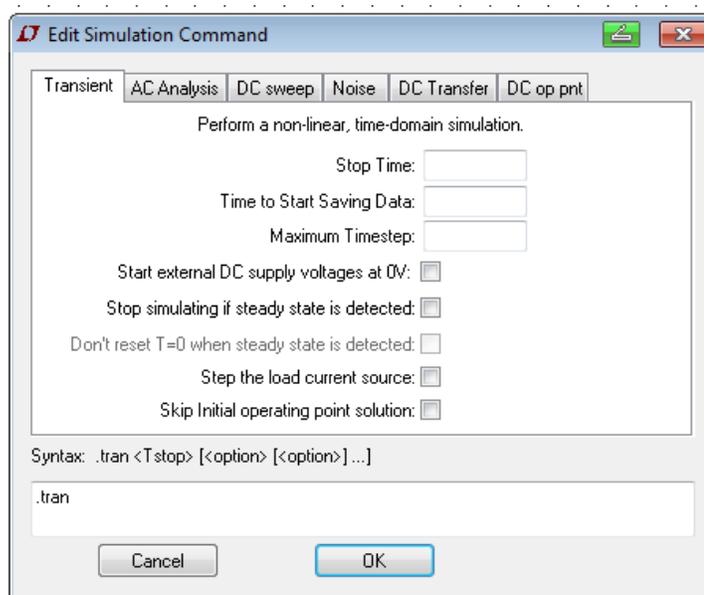


Figura 9

5.1- Análisis temporal (*Transient*)

La Figura 9 muestra la ventana para realizar análisis en el tiempo (*Transient*). En el eje de abscisas se mide el tiempo y en el eje de ordenadas cualquiera de las variables eléctricas interpretadas por SPICE o una expresión matemática definida por el usuario. Para realizar la simulación utilizando *Transient* deben ser ingresados tres datos como obligatorios. *Stop Time*, fija el tiempo asignado a la simulación. *Time to Start Saving Data*, permite seleccionar el tiempo a partir del cual se guardan los datos. El valor por defecto es cero. *Maximum Time step*, fija el intervalo mínimo de cálculo.

La relación *Stop Time/ Maximum Time step* determina cuántos cálculos realiza LTSpiceIV para trazar una forma de onda.

5.2- Análisis en frecuencia (*AC Analysis*)

La Figura 10 muestra la ventana para realizar análisis en frecuencia (*AC Analysis*). Este tipo de análisis permite obtener la magnitud y la fase de las variables seleccionadas en función de la frecuencia. *Type of Sweep* permite seleccionar la forma del análisis: Octava, Década, Lineal o Lista. De acuerdo a la selección realizada se ingresan los datos correspondientes.

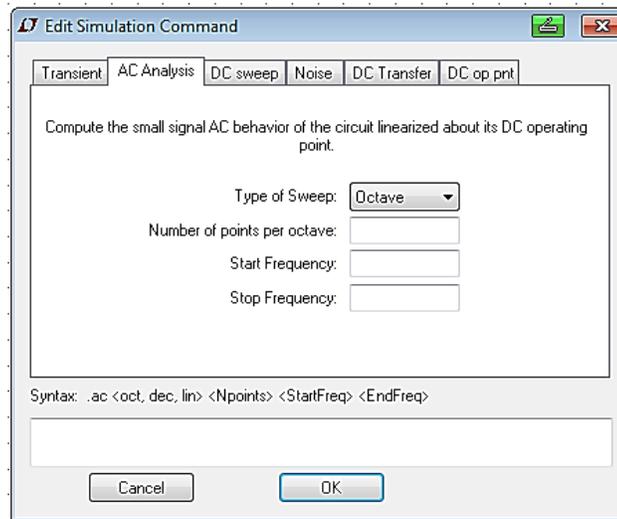


Figura 10

5.3- Análisis de barrido en continua (DC Sweep)

La Figura 11 muestra el análisis *DC Sweep*. Con este análisis, una fuente de corriente continua es barrida en un rango de valores determinado obteniendo como respuesta la forma de una variable en función del barrido. El barrido puede realizarse en forma lineal, década, octava o lista de valores. Una opción interesante es la posibilidad de realizar un barrido anidado. Este análisis permite ejecutar barridos de varias fuentes en forma simultánea (hasta tres), observando la respuesta del circuito.

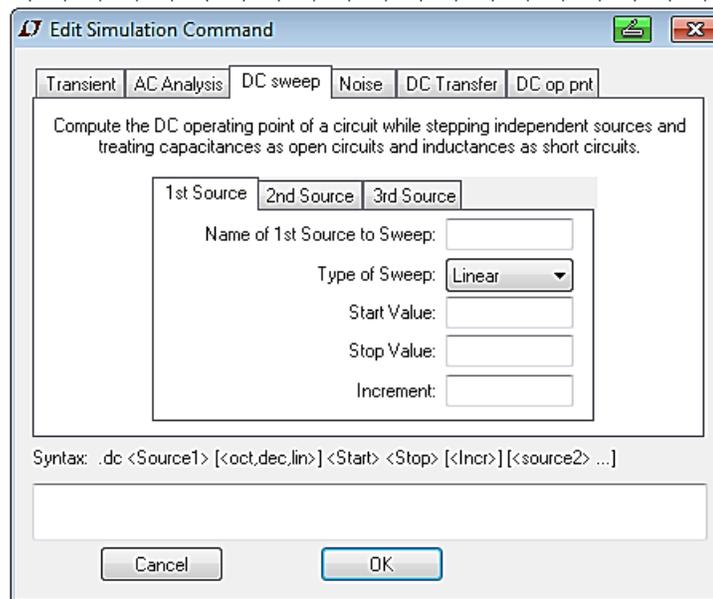


Figura 11

5.4- Análisis de ruido (Noise)

En la Figura 12 se muestra la pantalla para análisis de ruido (Noise). Se realiza un análisis en función de la frecuencia que permite determinar la densidad espectral de ruido por raíz cuadrada de ancho de banda.

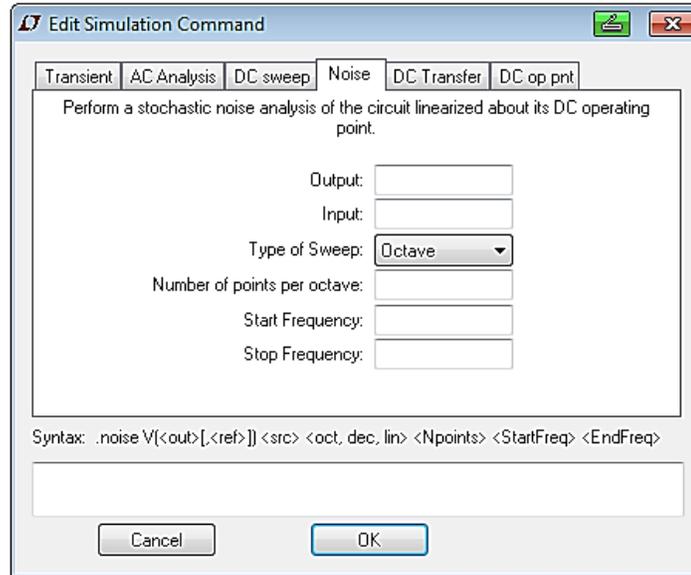


Figura 12

5.5- Análisis de transferencia en continua (DC Transfer)

El análisis *DC Transfer*, Figura 13, permite encontrar la función de transferencia de pequeña señal de un nodo de tensión o de un lazo de corriente debido a pequeñas variaciones de una fuente independiente.

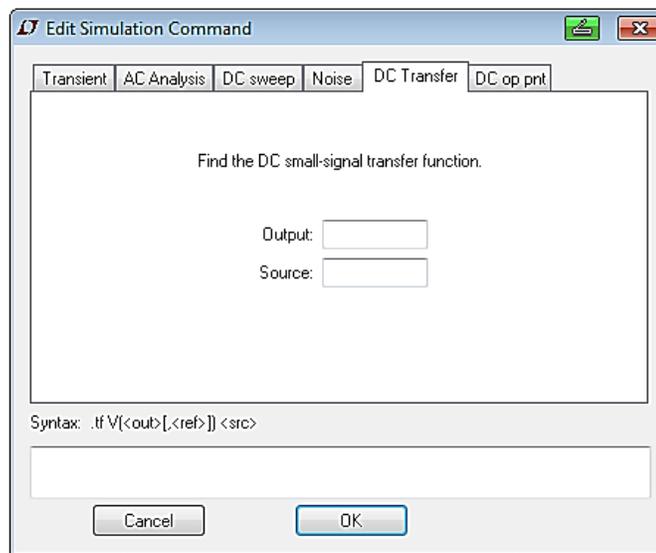


Figura 13

5.6- Análisis de punto de operación en continua (DC op pnt)

El análisis *DC op pnt* reemplaza todos los capacitores por circuitos abiertos y todos los inductores por cortocircuitos y calcula la solución de corriente continua para el circuito, Figura 14. Los resultados se muestran en un cuadro que aparece después de la simulación se ha completado.

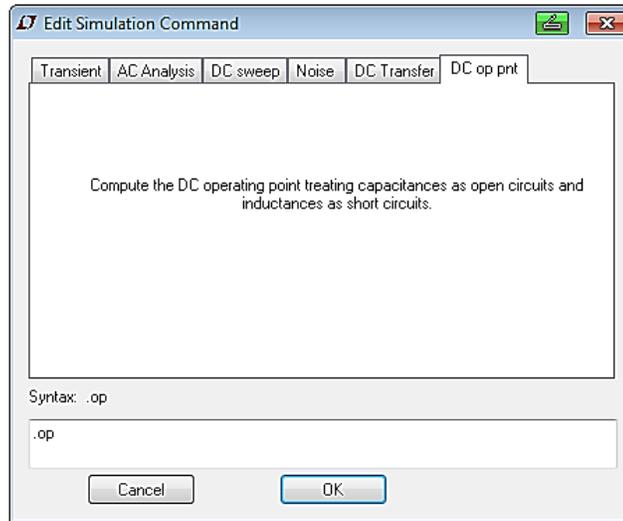


Figura 14

Como resultado de la simulación se abre una ventana que muestra el listado SPICE del circuito y los valores de tensión en los nodos y la corriente por los componentes. La Figura 15 muestra un ejemplo. La opción *View* → *SPICE Netlist* permite ver el número asignado por el programa a cada nodo.

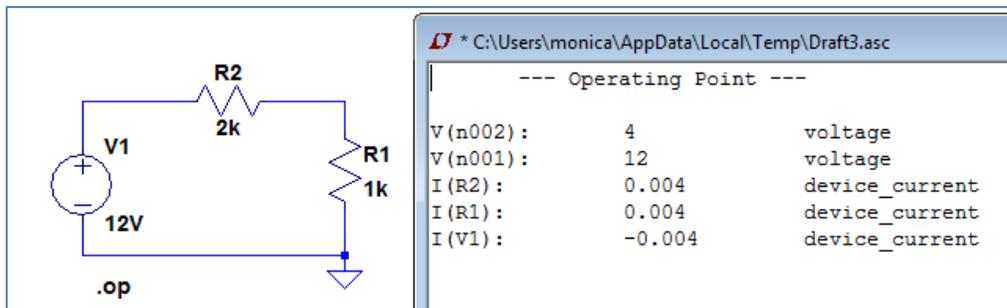


Figura 15

5.7- Análisis paramétrico

Un análisis paramétrico es un proceso durante el cual se establece un análisis principal y se especifica una serie de valores que se barren para un componente o parámetro del mismo. Cuando se ejecuta el análisis, LTspice IV establece el primer valor de la variable paramétrica y realiza la simulación. Cuando haya terminado, el siguiente valor se establece automáticamente en el circuito y las simulaciones se ejecutarán de nuevo.

Este proceso se repite hasta que se completa la lista de valores para el componente que se ha seleccionado y los resultados se representan gráficamente. Por ejemplo, si se desea obtener el comportamiento de un circuito cuando varía un resistor R, en lugar de colocar el valor de R se declara su valor entre llaves {R}, Figura 16. Para realizar este tipo de análisis se deben ingresar las directivas SPICE correspondientes:

`.step param <var> <inicial> <final> <paso>`

donde <var> indica el componente, <inicial> y <final> los valores inicial y final de variación del parámetro y <paso> el intervalo de variación. La sentencia anterior debe ser incluida en las directivas de simulación a través del camino *Edit*→*Spice directive* que abre una ventana donde se escribe la directiva correspondiente, Figura 17.

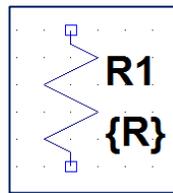


Figura 16

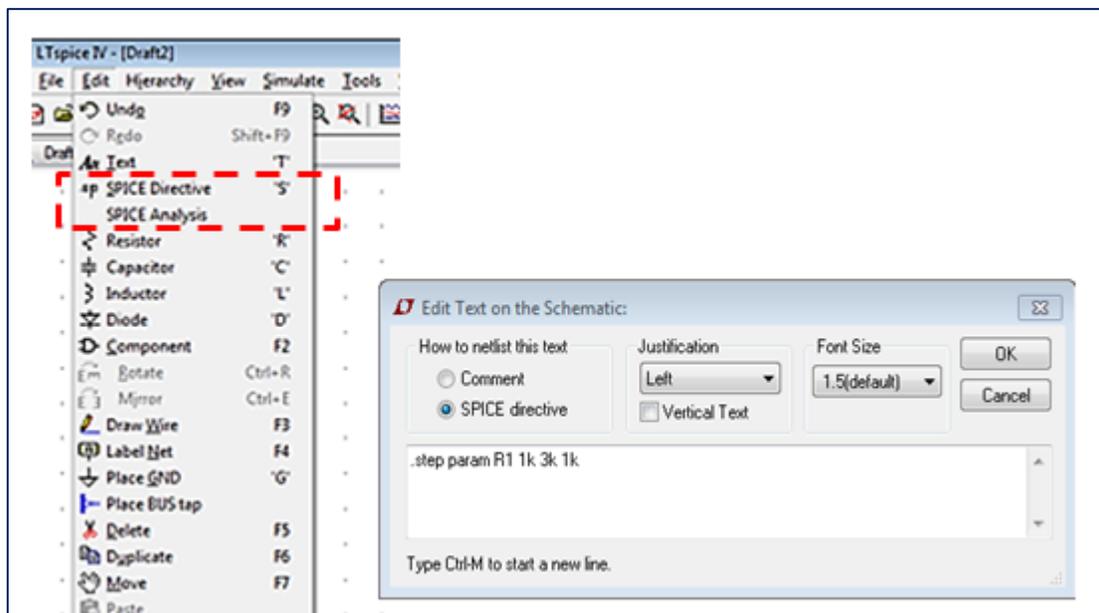


Figura 17

5.8- Análisis en temperatura

El análisis en temperatura es un análisis paramétrico que utiliza el término TEMP como la variable. Se lleva a cabo una ejecución de análisis para cada temperatura que aparece en sus argumentos. La sintaxis es la siguiente:

`.TEMP <T1><T2> ...`

<T1><T2> ... son los valores de temperatura a ser barridos. Para realizar este análisis se utiliza la directiva de simulación a través del camino *Edit*→ *Spice directive*.

La Figura 18 muestra un ejemplo que analiza la tensión sobre un diodo en función de la temperatura. Para graficar la característica corriente-tensión se realiza un barrido en tensión a través de una fuente de tensión V variable en el rango 0- 0.8 V con intervalos de 0.01V. Luego se realiza un análisis en temperatura para tres valores particulares: 25, 50 y 75 °C.

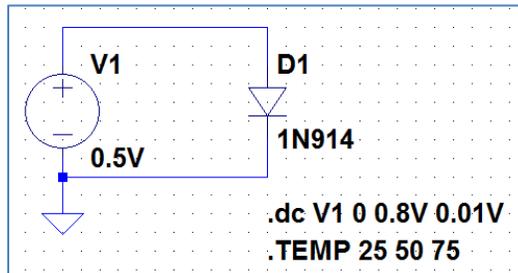


Figura 18

- 6- Una vez definido el tipo de análisis la opción *Run* permite realizar la simulación del circuito bajo prueba. Si no hay errores, la pantalla se divide en dos partes, una contiene el circuito y la otra, la pantalla donde se visualizarán las formas de onda seleccionadas. Seleccionando *Pick Visible Traces* se abre una ventana que permite seleccionar las formas de onda a visualizar así como realizar distintas operaciones matemáticas, Figura 19.

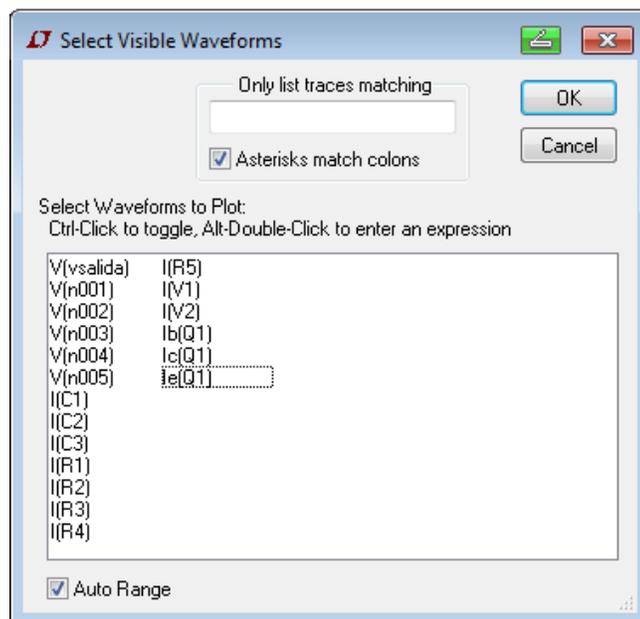


Figura 19

Otra forma de obtener la visualización de las formas de onda es directamente sobre el circuito utilizando el mouse. Apuntando el cursor sobre un nodo aparece una punta de

prueba de tensión de color rojo, Figura 20. Al hacer clic con el botón izquierdo se obtiene la forma de onda del nodo seleccionado respecto de tierra.



Figura 20



Figura 21

Para obtener la tensión entre dos nodos se debe hacer clic en un nodo y manteniendo el clic, arrastrar hacia el otro nodo respecto del cual se pretende medir.

Si se coloca el cursor directamente sobre un componente aparece el icono de una sonda de corriente, Figura 21, permitiendo obtener la forma de onda de la corriente sobre el componente seleccionado. Para medir la corriente por un cable se debe hacer clic con el botón izquierdo del mouse sobre el cable mientras se mantiene presionada la tecla "Alt".

Presionando "Alt" y haciendo clic izquierdo sobre un elemento se obtendrá la forma de onda de la potencia instantánea.

Se pueden generar varias pantallas de visualización. En el menú *Plot Settings* se selecciona *Add Plot Pane*, Figura 22, generando una nueva ventana de visualización.

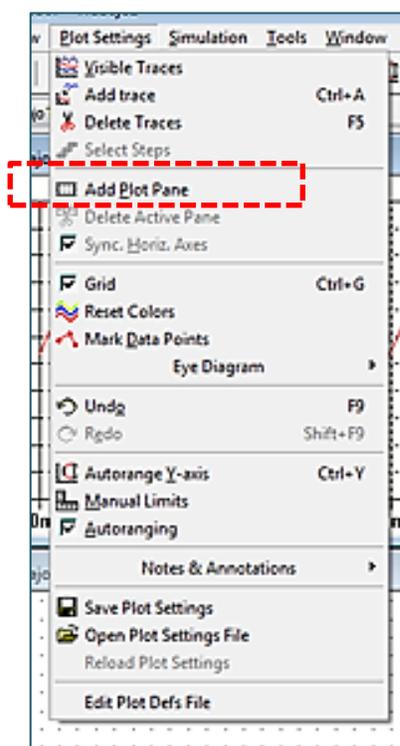


Figura 22

Se puede cambiar el color asignado a las formas de onda entrando al menú *Tools*→*Colors Preferences* que permite configurar los colores utilizados para el trazado de datos.

Haciendo clic en cada control deslizante (rojo, verde y azul) se ajustan los distintos colores, Figura 23.

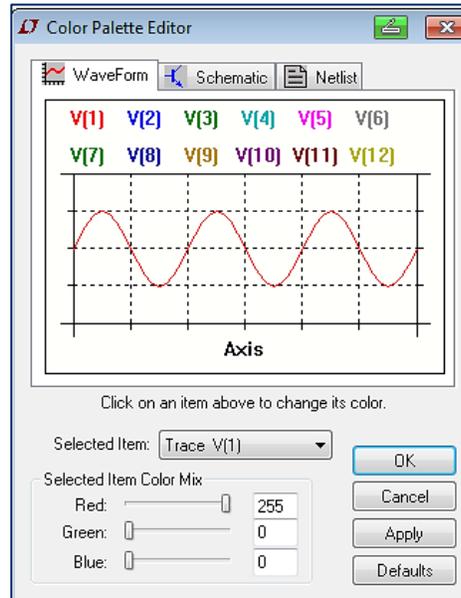


Figura 23

Se obtiene una pantalla en fondo blanco para visualización de las formas de onda seleccionando en la pantalla anterior la opción *Selected Item* → *Background* junto con la mezcla de colores indicada en la Figura 24.

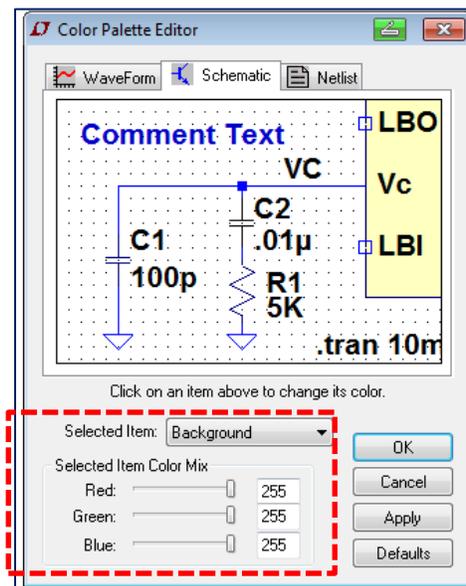


Figura 24

Ejemplo 1: Análisis de un recortador a dos niveles con diodo Zener

Una vez abierto el espacio de trabajo comenzamos colocando la fuente de alimentación del circuito. Para ello haciendo clic en *Component* se abre una ventana donde seleccionamos una fuente de tensión (*voltage*), Figura 25. Con OK confirmamos la elección y con el botón izquierdo del mouse se posiciona la fuente sobre la hoja de trabajo. Si movemos el mouse sobre el símbolo de la fuente aparece el dibujo de una mano. Haciendo clic con el botón derecho se abre una ventana mostrada en la Figura 26. Esta ventana permite elegir una fuente de tensión continua ideal (DC value) o real (con resistencia serie) u otro tipo de fuente con la opción *Advanced*. Al hacer clic sobre *Advanced* se abre otra ventana que permite seleccionar el tipo de fuente y colocar sus parámetros. Elegimos un tipo de fuente senoidal de 12 V de amplitud, 1 KHz de frecuencia y con tensión de continua nula, Figura 27.

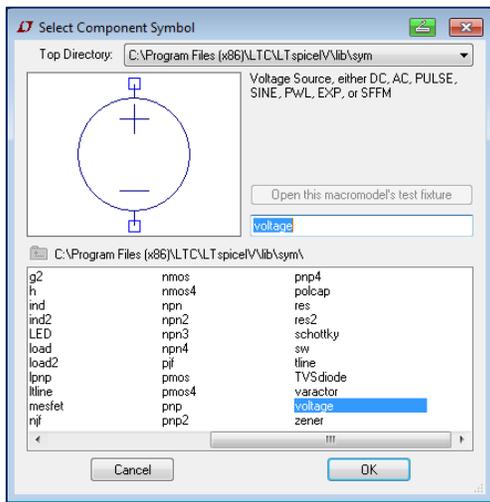


Figura 25

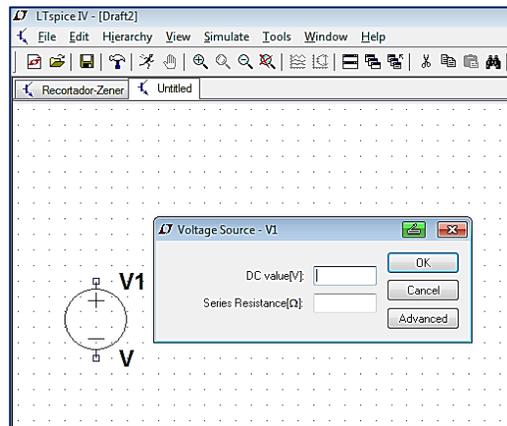


Figura 26

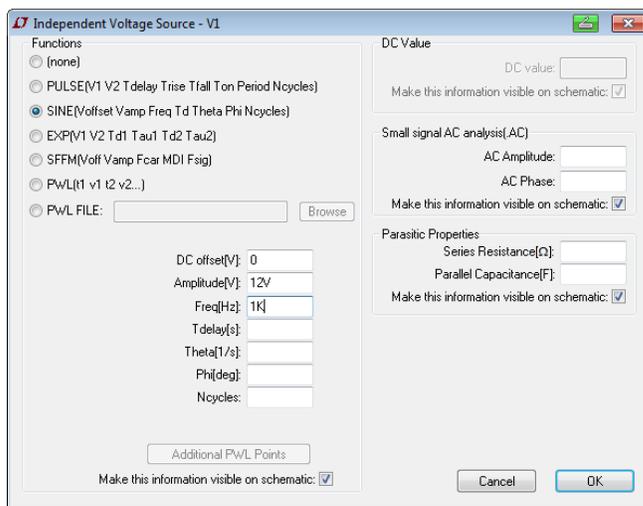


Figura 27

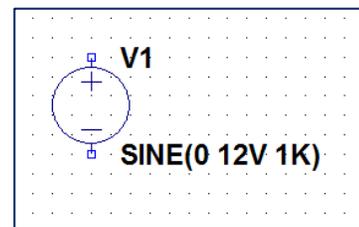


Figura 28

Al cerrar la opción con OK aparecen los datos sobre el símbolo de la fuente sobre la hoja de trabajo, Figura 28. El próximo paso es colocar un resistor en serie.

Elegimos *Resistor*  sobre la barra del menú de herramientas. Al hacer clic sobre el icono aparece sobre la hoja de trabajo un resistor vertical. Con las teclas Ctrl+R giramos el resistor para colocarlo en posición horizontal, Figura 29.

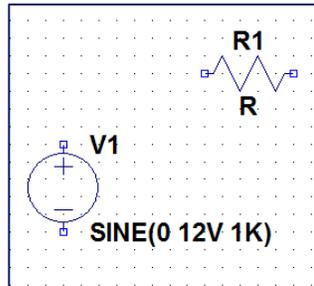


Figura 29

Si posicionamos el mouse sobre el símbolo del resistor haciendo clic con el botón derecho se abre la ventana mostrada en la Figura 30.

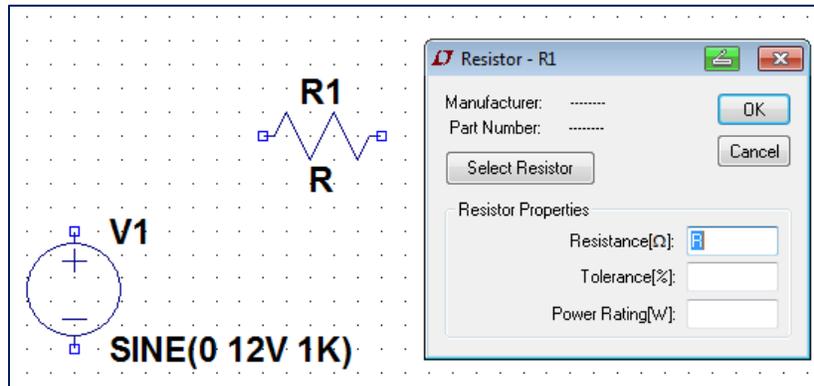


Figura 30

Tenemos la opción de elegir un resistor de la base de datos (*Select Resistor*) o colocar las propiedades de nuestro resistor (*Resistance*) reemplazando R por el valor elegido (2.2k), pudiendo además colocar tolerancia (*Tolerance*) y potencia (*Power Rating*). Si queremos cambiar el nombre del resistor posicionándonos sobre R1 se abre la ventana mostrada en la Figura 31. Cambiamos R1 por Rs, resultando la Figura 32.

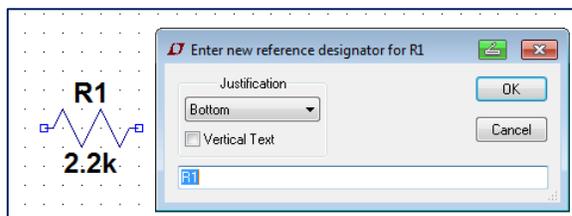


Figura 31

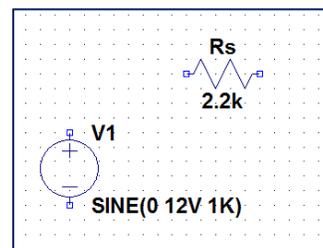


Figura 32

El próximo paso para armar el circuito recortador es colocar los diodos. En el menú de la barra de herramientas seleccionamos *Diode* . Con el mouse lo colocamos en la posición deseada sobre el circuito, Figura 33. Siguiendo los mismos pasos que para el resistor, colocando el mouse sobre el símbolo se abre la ventana mostrada en la Figura 34. Haciendo clic sobre *Pick New Diode* se abre otra ventana, Figura 35, que corresponde a una base de datos de diodos comerciales que posee el programa.

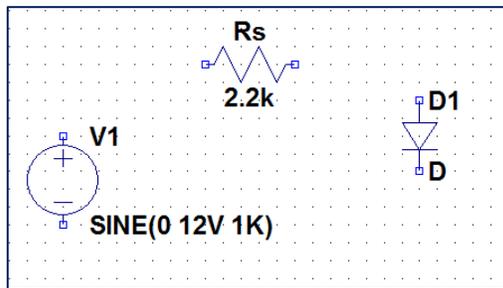


Figura 33

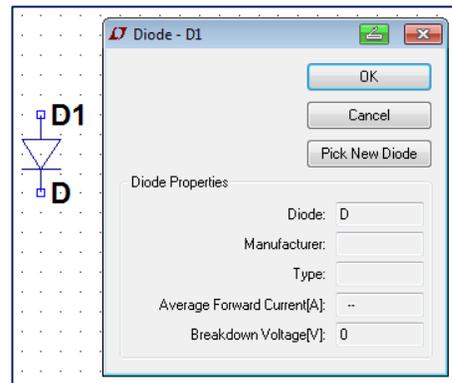


Figura 34

The screenshot shows a dialog box titled 'Select Diode' with a table of diode specifications. The table has columns for Part No., Mfg., type, Vbrkdn[V], Iave[A], and SPICE Model.

Part No.	Mfg.	type	Vbrkdn[V]	Iave[A]	SPICE Model
1N914	OnSemi	silicon	75.0	0.20	.model 1N914 D[s
1N4148	OnSemi	silicon	75.0	0.20	.model 1N4148 D[s
MMSD4148	Onsemi	silicon	100.0	0.20	.model MMSD4148
1N5817	OnSemi	Schottky	20.0	1.00	.model 1N5817 D[s
1N5818	OnSemi	Schottky	30.0	1.00	.model 1N5818 D[s
1N5819	OnSemi	Schottky	40.0	1.00	.model 1N5819 D[s
BAT54	Vishay	Schottky	30.0	0.30	.model BAT54 D[s

Figura 35

De esta base de datos vamos a seleccionar el diodo Zener 1N750 que es un diodo con tensión de ruptura de 4.7 V. El programa cambia el símbolo del dispositivo quedando como muestra la Figura 36.

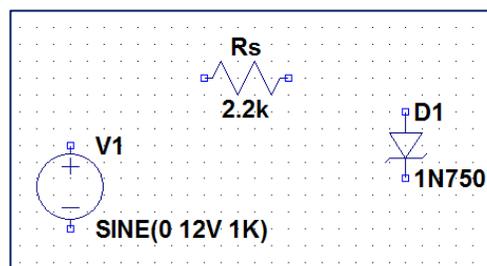


Figura 36

Si seleccionamos la opción *Copy* y arrastramos el mouse hacia el diodo copiamos el mismo diodo. Con *Ctrl+R* giramos el diodo hasta colocarlo en posición opuesta al anterior, Figura 37.

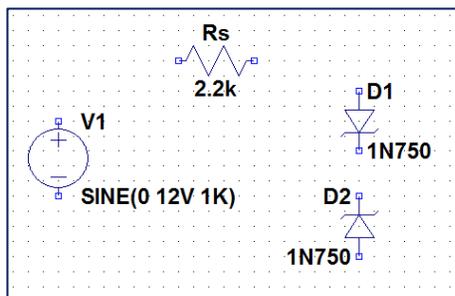


Figura 37

Para terminar debemos realizar el cableado con la opción *Wire*  y luego colocar la tensión de referencia *Ground* . Con la opción *Label Net*  identificamos las tensiones de salida (*vsalida*) y de entrada (*ventrada*) resultando el circuito de la Figura 38.

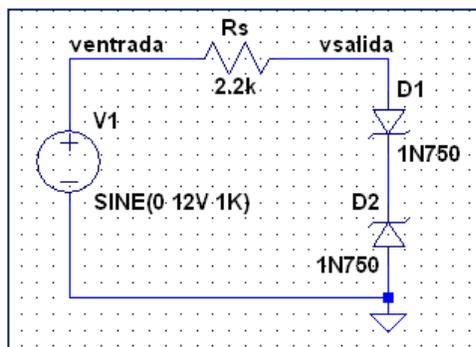


Figura 38

Una vez realizado el circuito esquemático debemos incorporar los datos necesarios para realizar la simulación. En este caso interesa realizar un análisis temporal (*Transient*) tomando como base un ciclo de la tensión de entrada. La misma corresponde a una frecuencia de 1 kHz o a un período de 1 ms. Recordemos que en el análisis temporal el eje de abscisas corresponde al tiempo. Siguiendo el camino *Simulate* → *Edit Simulation Cmd* se abre la ventana para inicializar los datos del análisis a realizar, Figura 39.

Al dar OK los datos del análisis elegido aparecen en formato texto como sentencia del programa SPICE: **.tran 0 1ms 0 0.01m**, sobre la hoja de trabajo. Con esta sentencia se indica un análisis temporal cuyos datos más relevantes son el tiempo de simulación (1 ms) y el tiempo de paso para cada muestra al realizar la simulación (0.01ms). Seleccionando *Run*  el programa realiza la simulación.

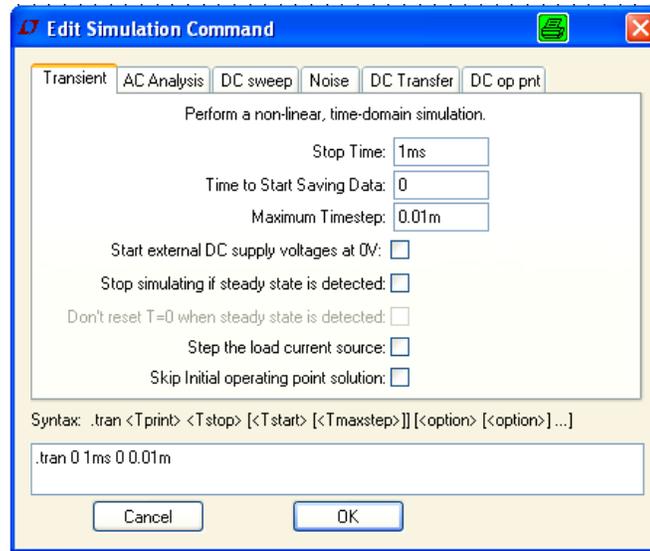


Figura 39

Si no hay errores al terminar la simulación se presentan dos ventanas. En una se observa el circuito bajo prueba. En la otra ventana se presentarán los resultados de la simulación en forma gráfica en función del tiempo. Para el circuito recortador interesan las tensiones de entrada y de salida. Apuntando el mouse sobre *ventrada* y *vvalida* se muestran las puntas de prueba de tensión en color rojo. Al hacer clic con el botón izquierdo del mouse se grafican las tensiones seleccionadas respecto del terminal de tierra, Figura 40.

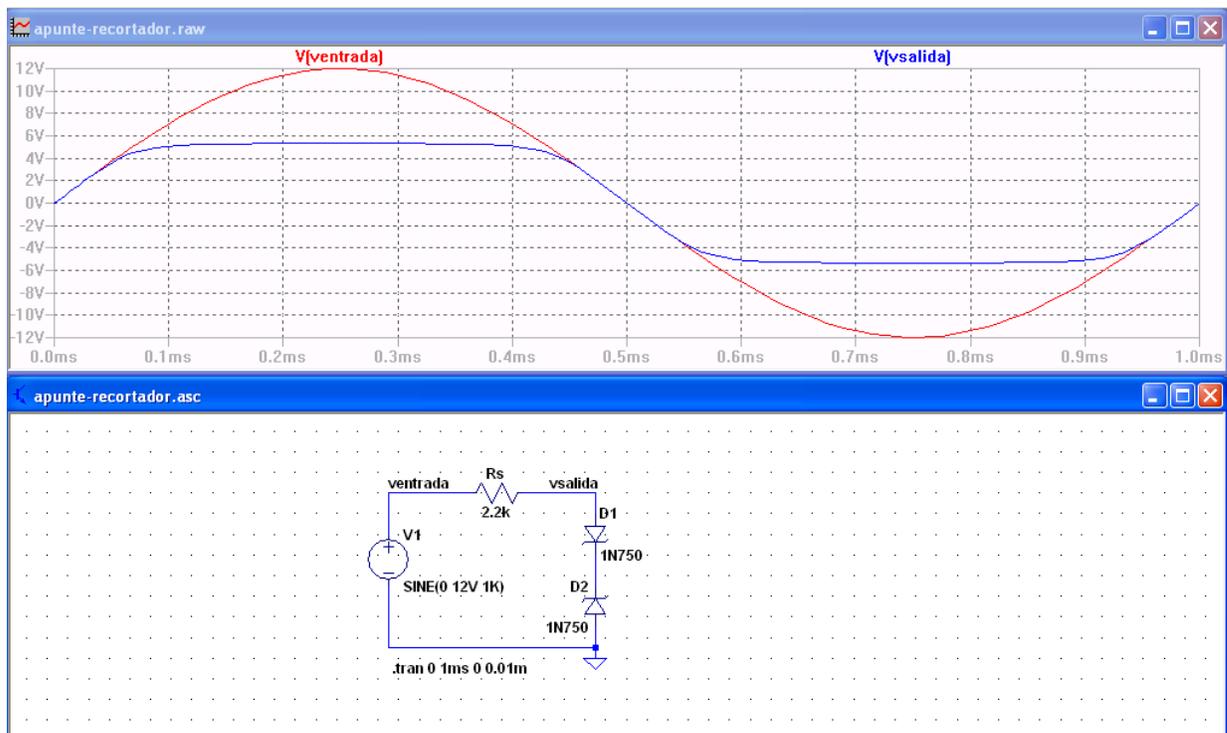


Figura 40

Es posible graficar la diferencia de tensión entre dos puntos. Para ello hacemos clic sobre un nodo y arrastramos el mouse hacia el otro nodo. Veremos que el primer nodo queda marcado con una punta de prueba roja y la segunda con una punta de prueba negra. Por ejemplo si se quiere obtener el gráfico de la tensión sobre R_s , que es la diferencia entre las tensiones de entrada y de salida, colocamos el mouse sobre *ventrada* y arrastramos el mouse hasta *vsalida*. Sobre la pantalla quedaría la imagen como en la Figura 41.

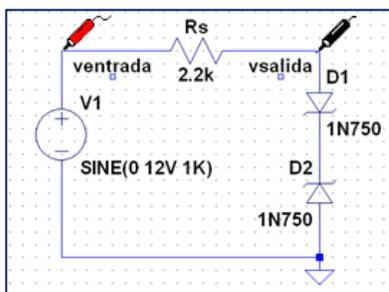


Figura 41

Al soltar el mouse aparece el gráfico en función del tiempo, Figura 42.

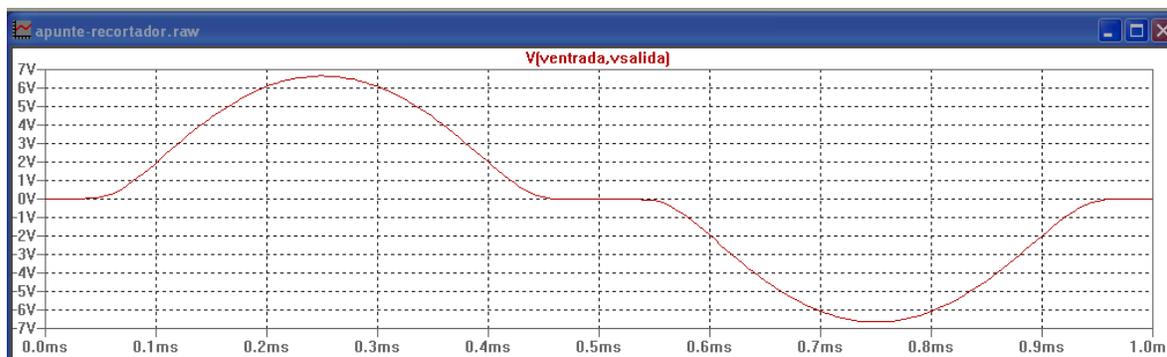


Figura 42

Ejemplo 2: Respuesta a un pulso de tensión en un circuito RC

En este ejemplo se introducirá el empleo de una fuente de pulso VPULSE como alimentación del circuito y el uso del análisis paramétrico. Se trata de analizar el comportamiento de un circuito RC cuya respuesta temporal estará determinada por la relación entre la constante de tiempo $\tau = RC$ y la frecuencia del pulso de alimentación cuando varía el valor de la capacitancia C. Este tipo de análisis no está disponible directamente en la ventana de selección de tipos de análisis *Edit Simulation Command*. Las opciones de este análisis se deben agregar como sentencias en formato texto con la opción *SPICE Directive*. El circuito consta de un resistor R y un capacitor C alimentados por un pulso de tensión. Comenzamos abriendo una nueva hoja de

trabajo, seleccionamos Component → voltage → Advanced y allí la opción PULSE. Este tipo de fuente se define por los siguientes parámetros:

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

v1: tensión inicial

v2: tensión del pulso

td: tiempo de retardo

tr: tiempo de subida

tf: tiempo de bajada

pw: duración del pulso en estado alto

per: período de la señal

Para el caso de estudio seleccionamos los siguientes valores, Figura 42.

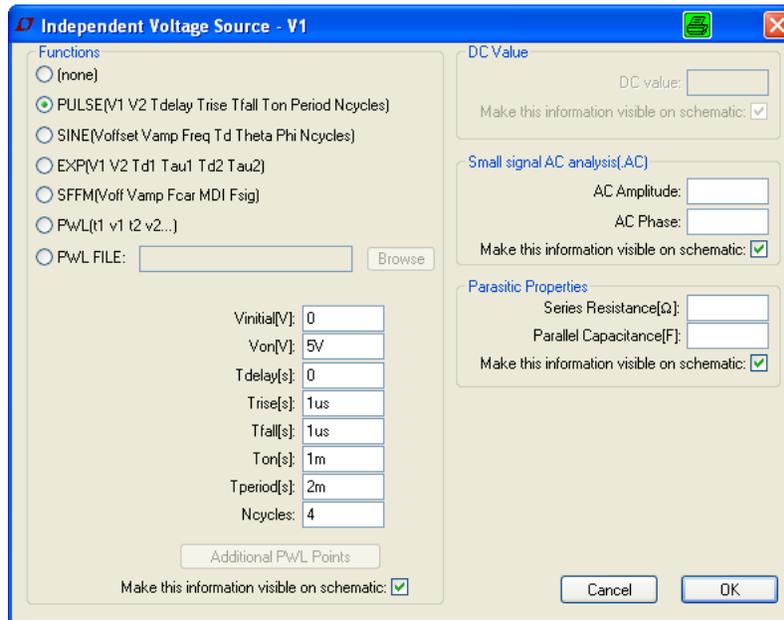


Figura 43

Al dar OK queda definida la fuente en la hoja de trabajo como se ve en la Figura 44.

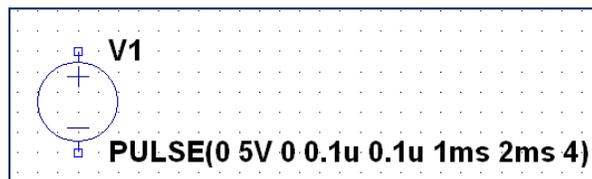


Figura 44

Ahora agregamos un resistor R1 de valor 1 kΩ y un capacitor C1, Figura 45.

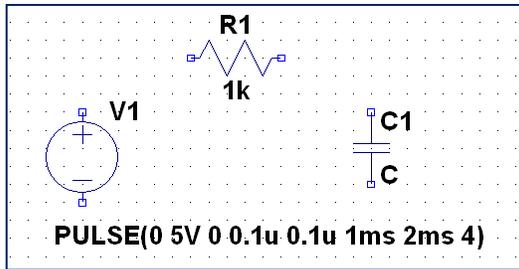


Figura 45

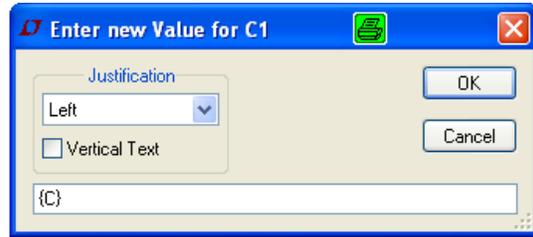


Figura 46

Una vez dibujado el circuito esquemático se coloca en el valor de C1, elegido como parámetro, el texto {C}, o el nombre elegido por el usuario entre llaves, Figura 46. Sobre la hoja de trabajo queda el esquema de la Figura 47.

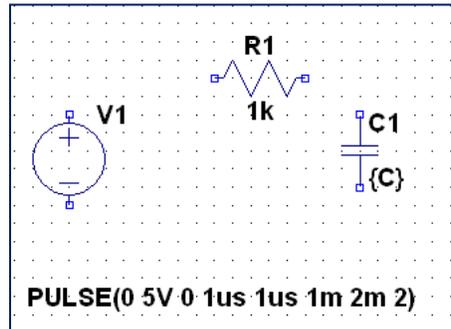


Figura 47

Para identificar que el valor de C1 se tomará como parámetro en las directivas SPICE (*SPICE Directive*) colocamos la sentencia:

`.PARAM C=50n`

De esta forma el programa asignará un valor de referencia de 50 nF al capacitor C1. Luego se agregan las directivas para el análisis paramétrico:

`.STEP PARAM C LIST 10n 50n 100n`

Esta sentencia permite realizar el análisis para cada uno de los valores de C asignados a C1 (50 nF, 100 nF y 150 nF). Por último seleccionamos el análisis a realizar (*Transient*).

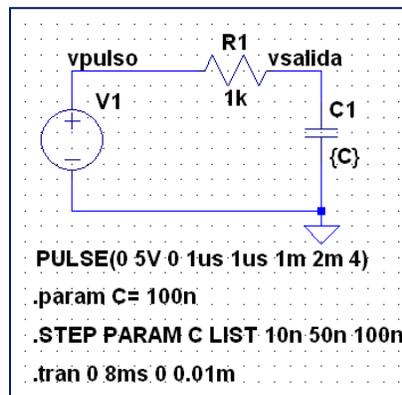


Figura 48

En la Figura 48 se muestra el circuito esquemático que incluye las sentencias anteriores y en la Figura 49 los resultados de la simulación. Los puntos de interés se nominan en el esquemático como vvalida y vpulso.

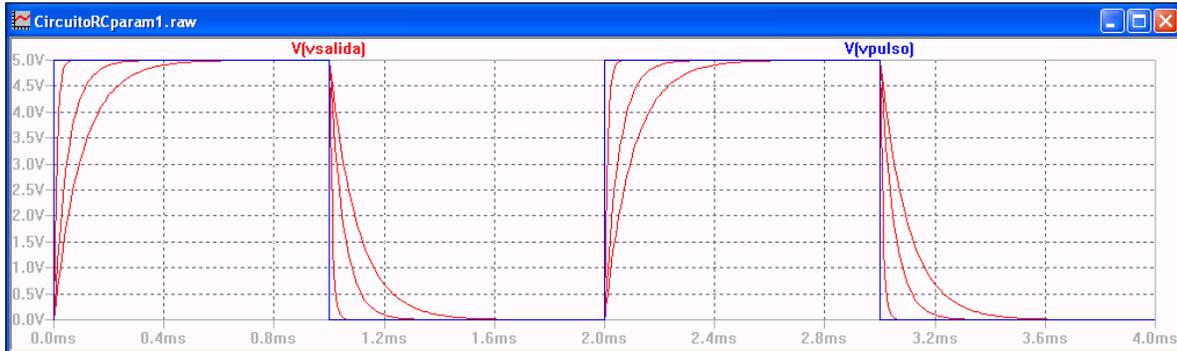
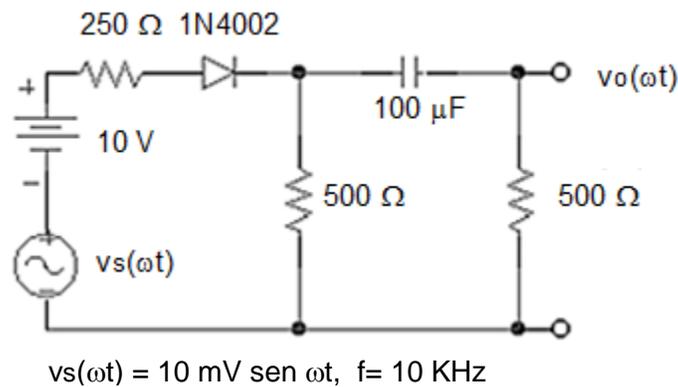


Figura 49

Ejemplo 3: Diodo en corriente alterna

Para el siguiente circuito utilizando el diodo 1N4002 analizar el punto de operación en continua y obtener la tensión $v_o(\omega t)$ sobre el resistor de 500Ω .



Abriremos una nueva hoja de trabajo y dibujamos el circuito seleccionando una fuente de continua y una fuente de alterna, en las cuales colocamos los datos adecuados, y los demás elementos formando el circuito de la Figura 50. La tensión de salida $v_o(\omega t)$ se denominó vvalida en el circuito a simular.

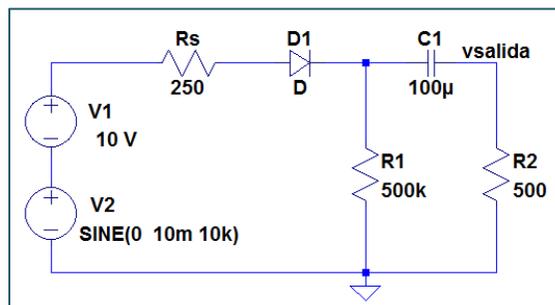


Figura 50

Cuando seleccionamos el diodo vemos que el diodo 1N4002 no se encuentra en la librería propia del programa. Entonces podemos importar su modelo desde alguna librería disponible en Internet. Para ello buscamos en Internet alguna base de datos de modelos SPICE de diodos compatible con LTSpiceIV. Por ejemplo:

<http://twiki.org/?title=Standard.dio>.

En esa librería encontramos como modelo del diodo 1N4002 los siguientes datos:

```
.model 1N4002 D (Is=14.11n N=1.984 Rs=33.89E-3 Ikf=94.81 Xti=3 Eg=1.110 Cjo=51.17E-12
M=.2762 Vj=.3905 Fc=.5 Isr=100.0E-12 Nr=2 Bv=100.1 Ibv=10 Tt=4.761E-6 lave=1 Vpk=100
mfg=GI type=silicon)
```

Entonces renombramos nuestro diodo reemplazando D por 1N4002. Para ello haciendo clic sobre D se abre la ventana de la Figura 51 y en lugar de D escribimos 1N4002. Al hacer OK quedará la Figura 52.

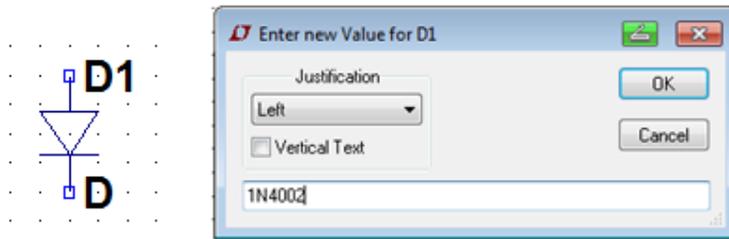


Figura 51

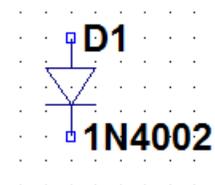


Figura 52

Queda indicado sobre el diodo en el circuito, Figura 52. Abrimos la ventana de SPICE Directive y copiamos los datos del modelo del diodo obtenidos de la librería en Internet, Figura 53. Cuando cerramos la ventana los datos del modelo aparecen sobre la hoja de trabajo, Figura 54.

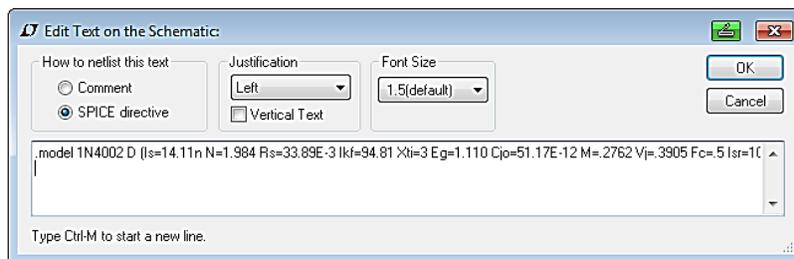


Figura 53

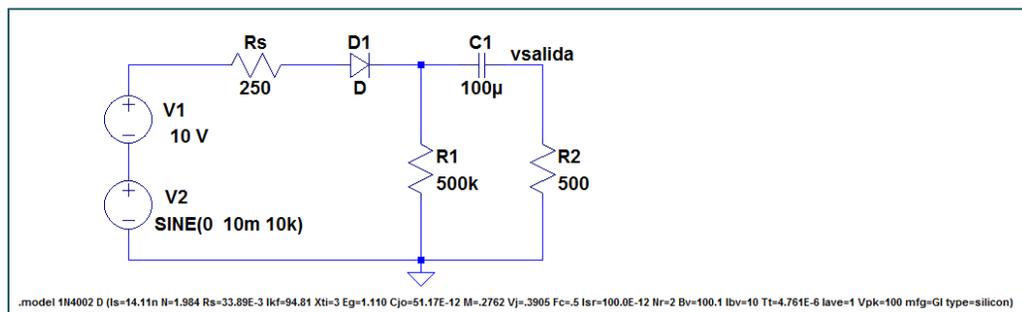


Figura 54

Como queremos determinar el punto de operación de continua seleccionamos del menú de análisis la opción .OP siguiendo el camino: Simulate → Edit Simulación Cmd → DC op pnt → OK, Figura 55. Con la opción View → SPICE Netlist vemos en la ventana mostrada en la Figura 56 el listado de conexiones con la denominación dada por el programa a cada nodo del circuito, salvo *vvalida* que fue agregado por el usuario utilizando la opción Label Net. Al correr la simulación se abre una ventana con los datos del punto de operación de corriente continua, Figura 57.

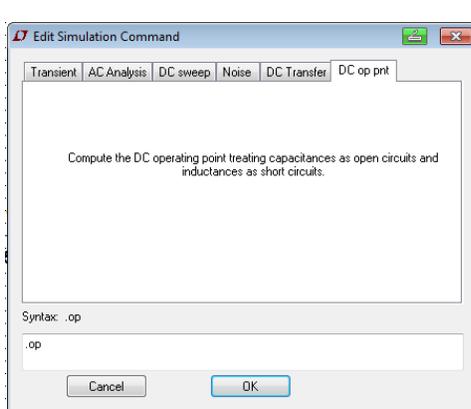


Figura 55

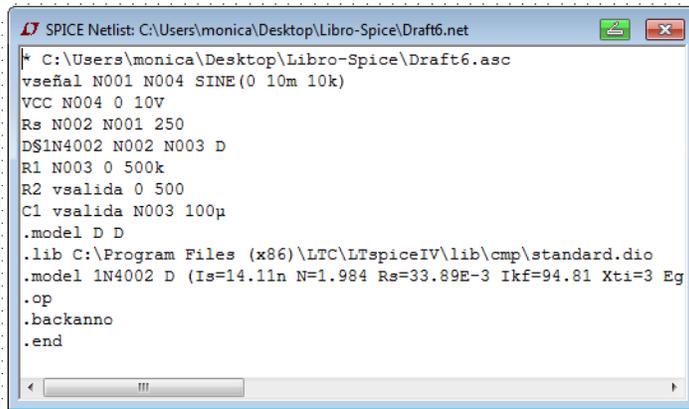


Figura 56

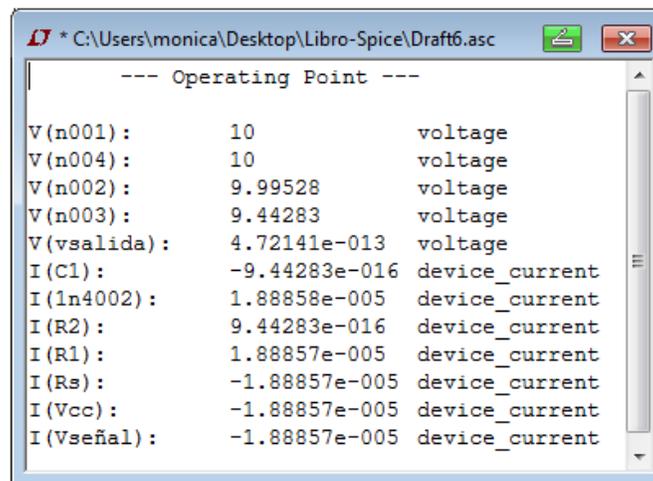


Figura 57

Se pretende realizar un análisis en el tiempo para ver la forma de onda de salida sobre *vvalida*. Abrimos nuevamente la ventana para seleccionar el tipo de análisis y elegimos Transient con los valores mostrados en la Figura 58. Al dar OK aparecen los datos del análisis sobre la hoja de trabajo. Se observa que el análisis anterior queda inhabilitado dado que el programa reemplaza .OP por ;OP, Figura 59.

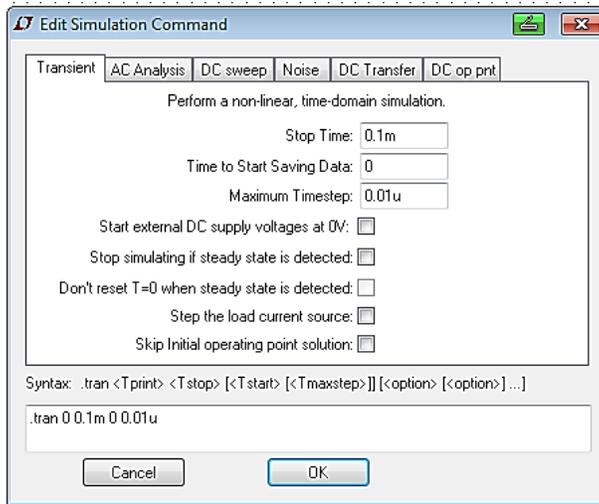


Figura 58

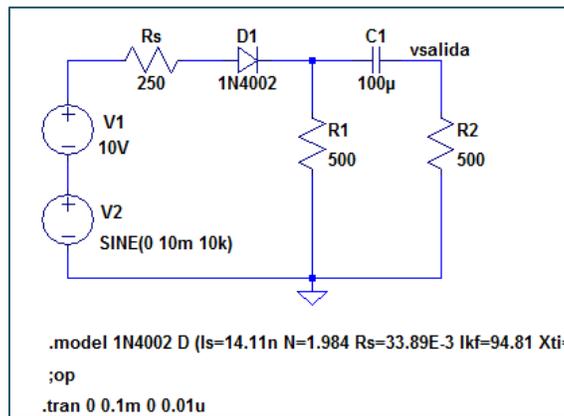


Figura 59

En la Figura 60 se muestra el resultado de la simulación.

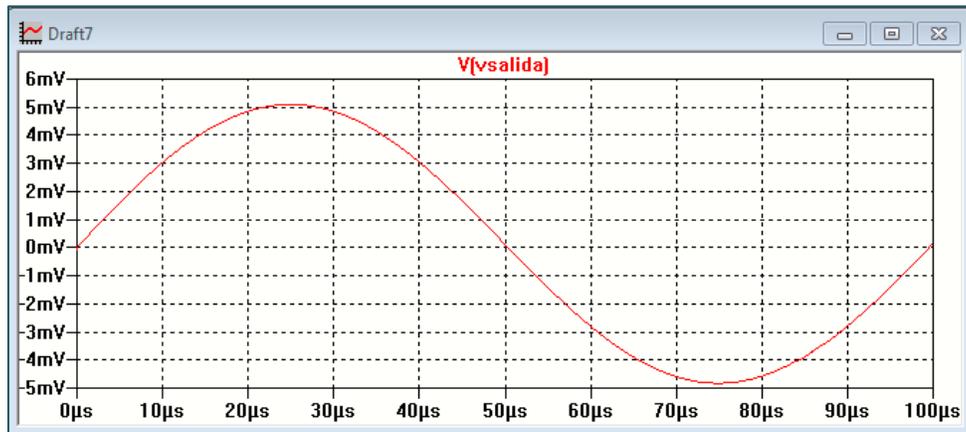


Figura 60