

Introducción a SPICE

Lucas Heraldo Duarte
Dr. Ing. Pablo Alejandro Ferreyra

Laboratorio de Circuitos y Sistemas Robustos
Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales
Universidad Nacional de Córdoba

Agosto 2020



Contenido I

1 Motivación

- ¿Por qué?

2 Software

- SPICE
- LTspice

3 LTspice

- Instalación
- Comandos
- Información

4 Primeros pasos

- Divisor resistivo
- Punto de operación .op
- Netlist
- Función de transferencia .tf

Contenido II

- Parametrización
- Curvas y ecuaciones
- Exportar resultados

5 Amplificador Operacional

- OPAMP universal

6 OPAMP comercial

- Modelo spíce
- Inversor

¿Por qué?

La electrónica moderna necesita simulación de circuitos para disminuir los tiempos, costos y esfuerzo al diseñar circuitos. Además el uso de la simulación de circuitos eléctricos es una herramienta imprescindible a la hora de explicar esta materia, al ser la forma más sencilla y rápida de comprobar el funcionamiento de un circuito.

SPICE

¿Qué es SPICE?

SPICE es un acrónimo inglés de Simulation Program with Integrated Circuits Emphasis (Programa de simulación con énfasis en circuitos integrados). Fue desarrollado por la Universidad de California, Berkeley en 1973 por Donald O. Pederson y Laurence W. Nagel.

Es un estándar internacional cuyo objetivo es simular circuitos electrónicos analógicos compuestos por resistencias, condensadores, diodos, transistores, etc.

LTspice®

Software libre de simulación SPICE de alto rendimiento, captura de esquemas y visor de forma de onda con mejoras y modelos para facilitar la simulación de circuitos analógicos. Fue desarrollado por Linear Technologies (LT).

¿Por qué LTspice?

Es un simulador SPICE con una interfaz gráfica, fácil de utilizar y de aprender los comandos típicos de los simuladores SPICE.

Se puede descargar desde: aquí

Linux

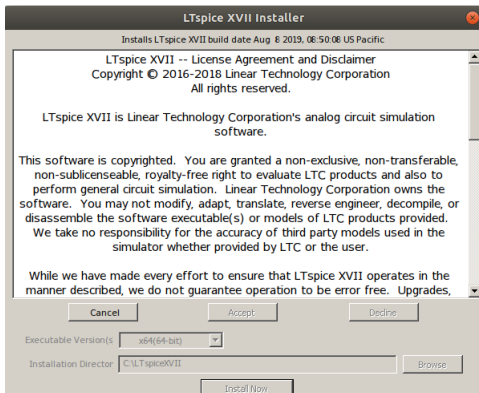
El software esta creado para windows. Hay que ejecutarlo con wine. <https://www.winehq.org/>
También se puede usar PlayOnLinux

Instalación de LTspice

Descargado de <https://www.analog.com/en/design-center/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html>

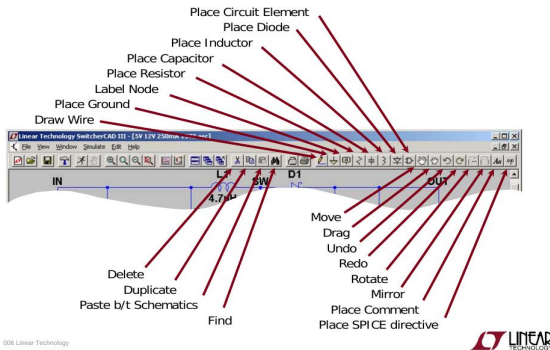
LTspice corre bajo windows por lo que se ejecuta con el instalador de wine.

Usar una dirección sin espacios!



Comandos

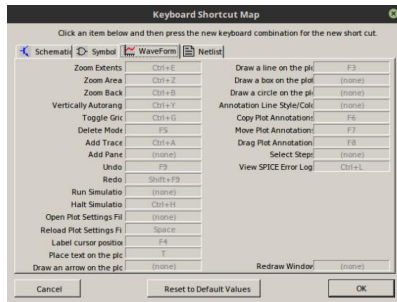
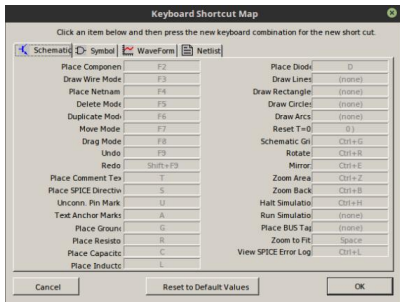
Al iniciar el programa vemos la barra de comandos



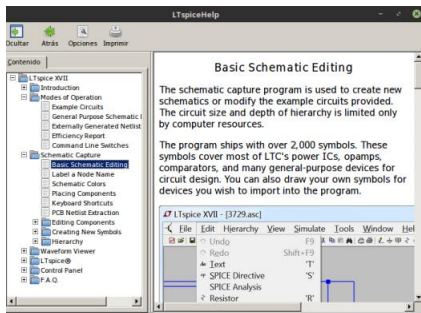
008 Linear Technology





Cada comando tiene su acceso rápido que agiliza el uso click derecho en la ventana del esquemático para acceder rápidamente a los comandos









El programa incluye una función "help" (F1 o shift+F1) que describe detalladamente los comandos y las opciones del programa. Esta toda la información del manual del programa.



Divisor resistivo

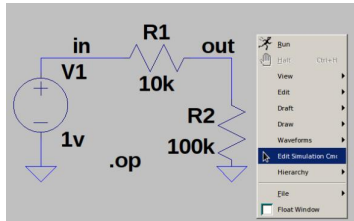
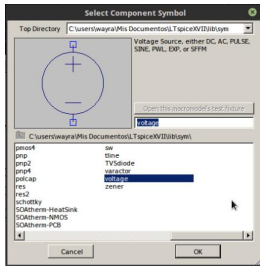
Primero se crea un nuevo esquemático , rápidamente se va a file y a guardar como , se elije el directorio de trabajo (conviene crear una nueva carpeta).


Se comienza incluyendo los componente , buscar voltage, luego se introducir dos resistencias , y dos puestas a tierras . Se conectan entre ellos , y se colocan los nombre a los nodos . Se edita el tipo de simulación a .op que nos da el punto de operación del circuito y se corre .

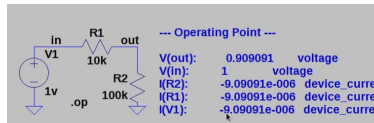
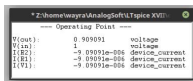
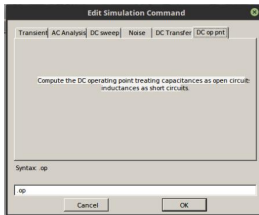
Modo ágil

Crtl+N R G F2 F3 F4 S
es clave aprenderlos

Punto de operación .op



Los resultados se pueden copiar y pegar (Ctrl+C Ctrl+V) en un texto , en el circuito esquemático.

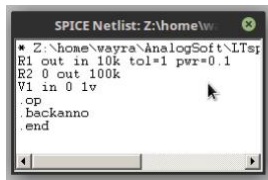


Netlist

Se puede ver la netlist del circuito con click derecho y buscando



. Si hacemos click derecho en la netlist y podemos crear un archivo .cir que es la netlist ejecutable por ltspice. Es importante comprender la netlist ya que es el archivo que describe el circuito, otros SPICE solo edita la netlist (NO de forma grafica como LTspice)

A screenshot of a window titled 'SPICE Netlist: Z:\home\w'. The window contains a text editor with the following SPICE netlist code:

```
* Z:\home\wayra\AnalogSoft\LTspice
R1 out in 10k tol=1 pwr=0.1
R2 0 out 100k
V1 in 0 1v
.op
.backanno
.end
```

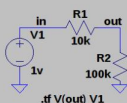
A mouse cursor is visible over the text.

Función de transferencia .tf

Otro tipo de simulación nos da la función de transferencia de pequeña señal con la impedancia de entrada y de salida , haciendo click derecho en .op modificamos la simulación a DC transfer

--- Transfer Function ---

Transfer_function:	0.909091	transfer
v1=Input_impedance:	110000	impedance
output_impedance_at_V(out):	9090.91	impedance



```
.tf V(out) V1
```

Edit Simulation Command

Transient | AC Analysis | DC sweep | Noise | DC Transfer | DC op pt |

Find the DC small-signal transfer function.

Output: V(out)

Source: V1

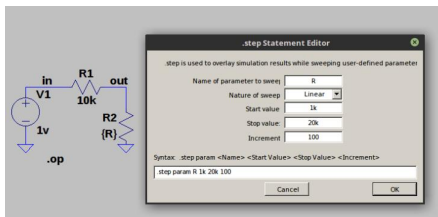
Syntax: tf V(<out>[,<ref>]) <src>

tf V(out) V1

Cancel OK

Parametrización

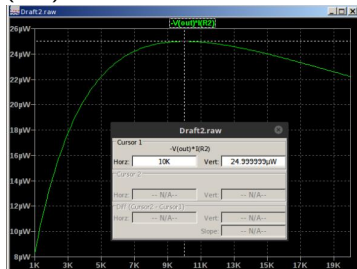
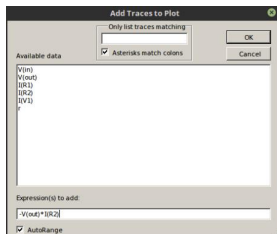
Parametrizamos la resistencia R2 cambiando su valor por $\{R\}$ luego `.op`, se escribe el comando `.step` y se lo introduce en el esquemático, haciendo click derecho le introducimos la variable y los limites. Volvemos la simulación `.tf` a la `.op`



Curvas y ecuaciones



, se nos abre la ventana de forma de ondas. Haciendo Ctrl+A agregamos una nueva: $-V(out) * I(R2)$

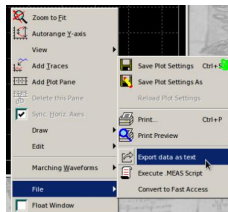


Con un click en el nombre de la la curva se inicia un cursor, con dos clicks dos cursores. Con F4 se marca un punto.

Exportar resultados

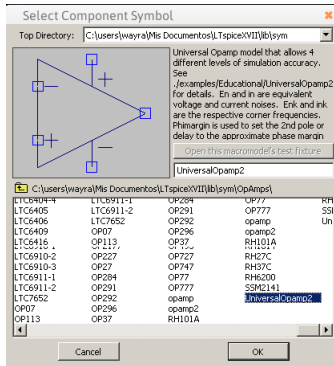
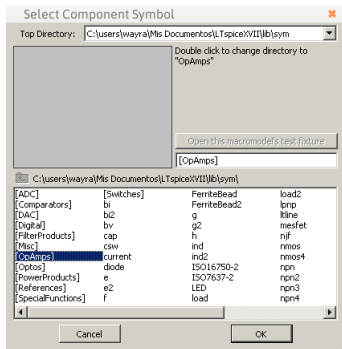
Si le damos click derecho a la ventana de gráficos podemos:
Guardar el plot, entonces cada vez que se corra el simulador se hace las mismas gráficas.

Exportar en forma de texto los resultados creando un .txt con el resultado tabulado.



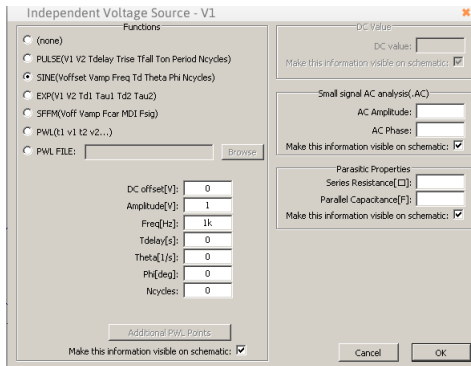
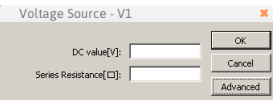
Seguidor de voltaje

Se va aplicar un OPAMP universal. Se crea un nuevo esquemático, y se guarda en una carpeta con el mismo nombre del esquemático. Luego se aprieta F2 y se busca el OPAMP



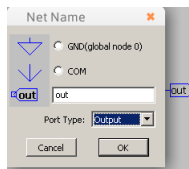
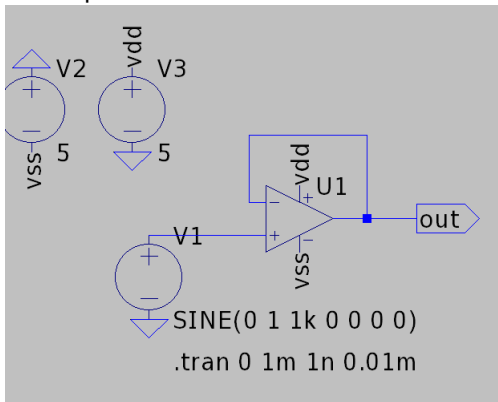
Seguidor de voltaje

Se agrega también 3 fuentes de voltajes. Para la que tiene la señal se le hace click derecho y se va avanzado. Y se configura como señal SINE



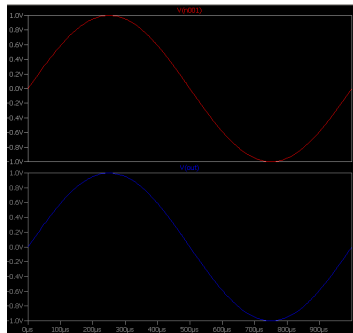
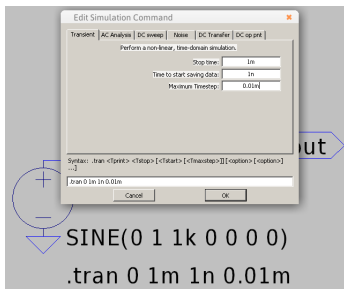
Seguidor de voltaje

Para la conexión se aprieta F3 y se conectan todos los componentes, conviene nombrar el nodo de salida apretando F4, también para disminuir el cablerio se nombra Vdd y Vss.



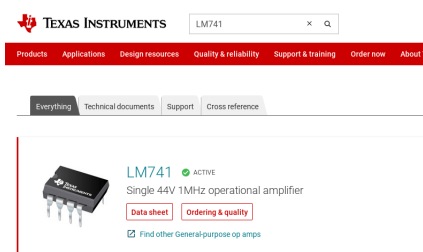
Seguidor de voltaje

Para ir finalizando se aprieta S y se escribe .tran , una vez incluido en el esquemático se hace click derecho y se edita, luego se corre la simulacion. En la grafica se puede dar la opcion de agregar un plot pane

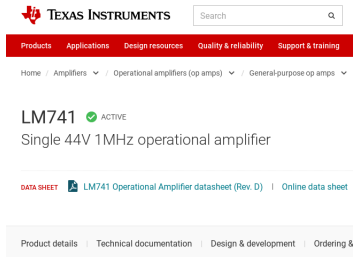


Texas Instrument LM741

El primer paso es buscar el modelo, habitualmente los fabricante brindan el modelo spice en sus paginas oficiales.



The screenshot shows the Texas Instruments website with the search bar containing 'LM741'. The navigation bar includes links for Products, Applications, Design resources, Quality & reliability, Support & training, Order now, and About. Below the navigation bar, the 'Everything' tab is selected. The search results for 'LM741' show a 'Single 44V 1MHz operational amplifier' with a green 'ACTIVE' status. There are buttons for 'Data sheet' and 'Ordering & quality'. A link to 'Find other General-purpose op amps' is also present.



The screenshot shows the Texas Instruments website with the search bar containing 'LM741'. The navigation bar includes links for Products, Applications, Design resources, Quality & reliability, Support & training, and About. Below the navigation bar, the 'Everything' tab is selected. The search results for 'LM741' show a 'Single 44V 1MHz operational amplifier' with a green 'ACTIVE' status. There are buttons for 'Data sheet' and 'Ordering & quality'. A link to 'Find other General-purpose op amps' is also present.

LM741

Luego se va a Design and development y se descarga el modelo. Este hay que descomprimirlo en la misma carpeta donde se va a guardar el esquemático.

Design & development

For additional terms or required resources, click any title below to view the detail page where available.

All Hardware development Design tools & simulation CAD/CAE symbols

Hardware development



EVALUATION BOARDS

Universal Operational Amplifier Evaluation Module

OPAMPEVM

 User guide

[View options](#)

Design tools & simulation



SIMULATION MODELS

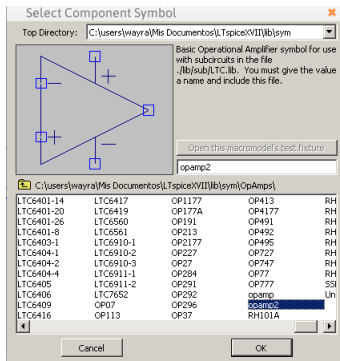
LM741 PSPICE Model

SNOM211.ZIP (1 KB) - PSpice Model

[Download](#)

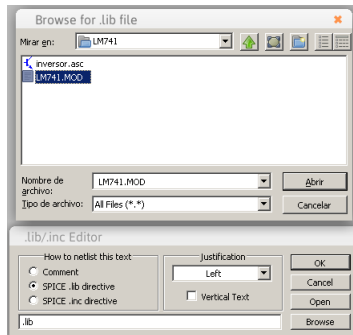
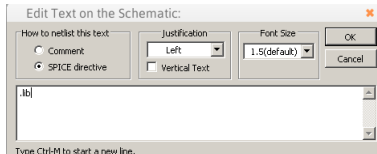
Inversor

Una vez con el modelo guardado, se crea un nuevo esquemático, y se introduce el componente nombrado opamp2.



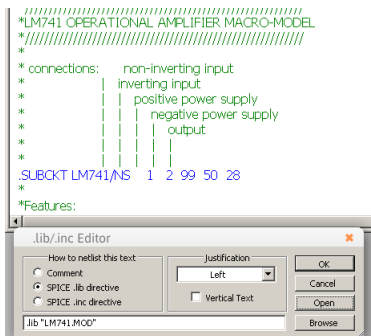
Inversor

Para instanciar el modelo hay que introducir el comando correspondiente, por lo que se aprieta S y se escribe .lib una vez agregado al esquemático se aprieta browse y se busca el modelo que se descargo.



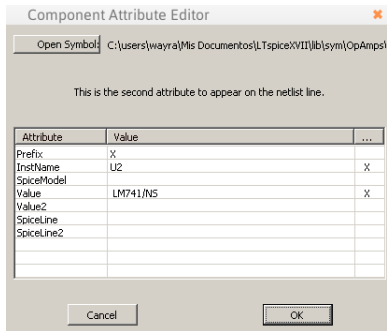
Inversor

Luego se da click derecho al comando y se aprieta open, ahí vemos información del modelo como el NOMBRE, necesario para indicar que el opamp va utilizar ese modelo.



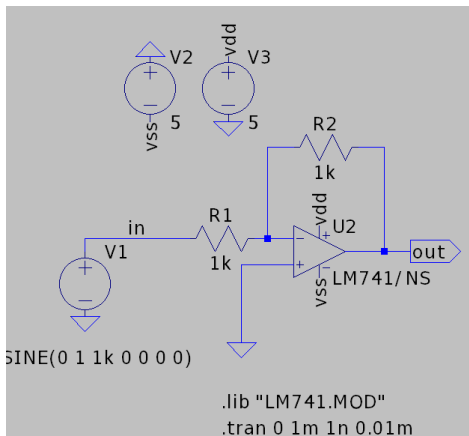
Inversor

Para indicarle al Opamp que modelo usa, hay que darle click derecho al mismo y ponerle el mismo nombre que componente dentro del modelo (LM741/NS).



Inversor

Para finalizar se conectan todos los componentes necesario, se nombran los cables de salida y entrada, se configura la señal de entrada, se agrega las resistencias, como también se agrega la simulación .tran



Inversor

Para ver el simulador de la misma forma que acá, hay que ir a windows y apretar tile vertically

