

# SPICE en Síntesis de Redes Activas

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



Universidad  
Nacional  
de Córdoba

Ag. 2021

# Contenidos

- 1 Motivación
  - ¿Por qué?
- 2 Software
  - SPICE
  - LTspice
- 3 LTspice
  - Instalación de wine + Ltspice
  - Comandos
  - Información
- 4 Primeros pasos
  - Divisor resistivo
  - Punto de operación .op
  - Netlist
  - Función de transferencia .tf
  - 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 en Linux (Huayra)

Para instalar wine y LTspice directamente por terminal se ejecuta:

## instalación de wine

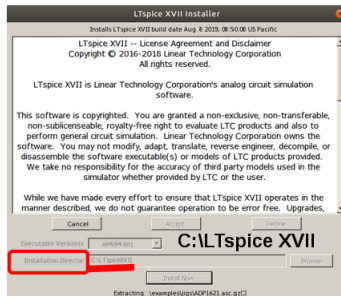
```
1 sudo apt-get update
2 sudo apt-get upgrade
3 sudo -s
4 dpkg --add-architecture i386
5 apt-get update
6 apt-get install wine32
```

## instalación de LTspice

```
1 wget http://ltspice.analog.com/software/LTspiceXVII.exe
2 wine LTspiceXVII.exe
```

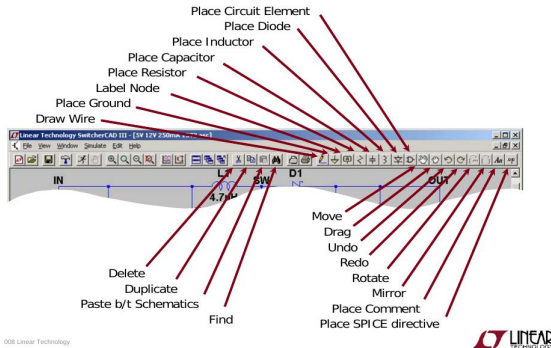
## ATENCIÓN

Es recomendable que el linux usar una **dirección sin espacios**



# Comandos

Al iniciar el programa vemos la barra de comandos

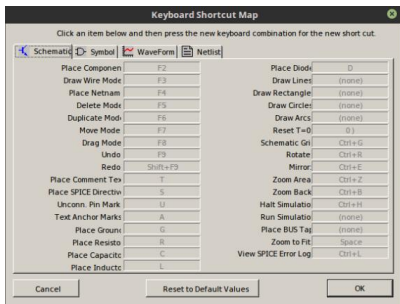


008 Linear Technology

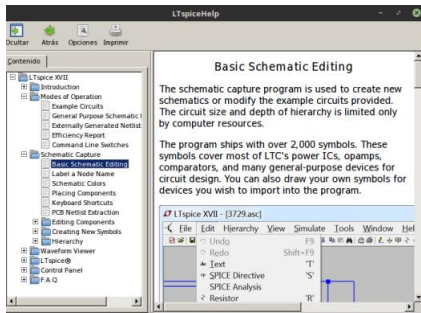




Cada comando tiene su acceso rápido que agiliza el uso click derecho en la ventana del esquemático para acceder rápidamente a los comandos









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

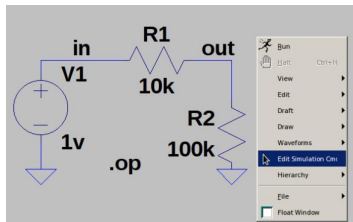
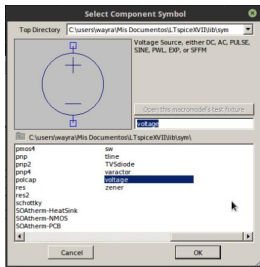
Primero se crea un nuevo esquemático , rápidamente se va a file y a guardar como , se elije el directorio de trabajo (conviene crear una nueva carpeta).

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 .

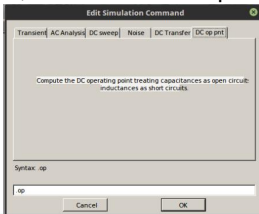
## Modo ágil

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

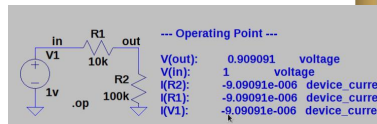
# Punto de operación .op



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



```
* Z:\home\wayra\AnalogSoft\LTSpice XVII
--- Operating Point ---
V(out):      0.909091  voltage
V(in):       1         voltage
I(R2):       -9.09091e-006 device_current
I(R1):       -9.09091e-006 device_current
I(V1):       -9.09091e-006 device_current
```



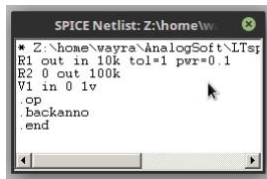
# Netlist

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



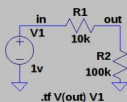
. Si hacemos click derecho en la netlist y podemos crear un archivo .cir que es la netlist ejecutable por ltspice.

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)



# 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

**Edit Simulation Command**

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

Find the DC small-signal transfer function

Output:

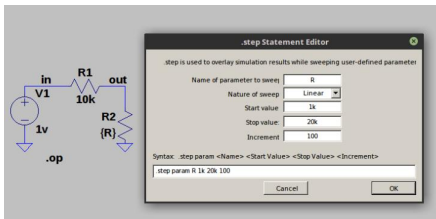
Source:

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

Cancel OK

# Parametrización

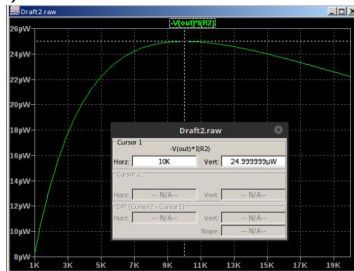
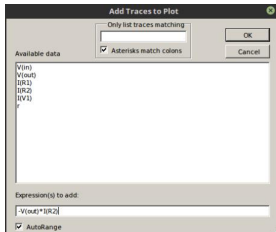
Parametrizamos la resistencia R2 cambiando su valor por  $\{R\}$  luego `.op`, se escribe el comando `.step` y se lo introduce en el esquemático, haciendo click derecho le introducimos la variable y los limites. Volvemos la simulación `.tf` a la `.op`



# Curvas y ecuaciones



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



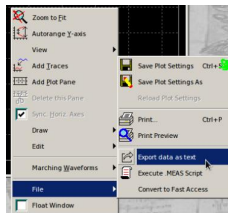
Con un click en el nombre de la la curva se inicia un cursor, con dos clicks dos cursores. Con F4 se marca un punto.



# Exportar resultados

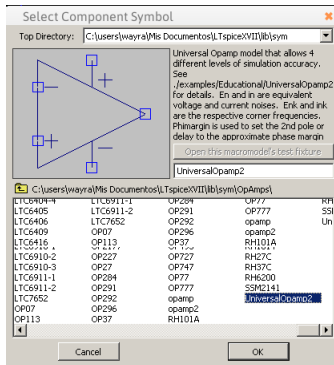
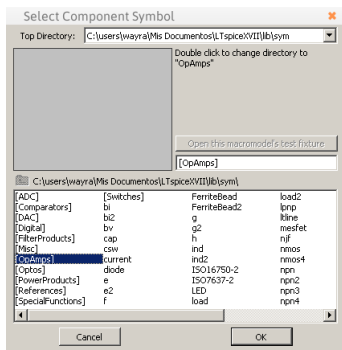
Si le damos click derecho a la ventana de gráficos podemos: Guardar el plot, entonces cada vez que se corra el simulador se hace las mismas gráficas.

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

Voltage Source - V1

DC value[V]:

Series Resistance[Ω]:

OK

Cancel

Advanced

Independent Voltage Source - V1

Functions

☐ (none)

☐ PULSE(V1 V2 Tdelay Trise Tfall Ton Period Ncycles)

☒ SINE(Voffset Vamp Freq Td Theta Phi Ncycles)

☐ EXP(V1 V2 Td1 Tau1 Td2 Tau2)

☐ SFFM(Voffset Vamp Fcar MD1 Fsig)

☐ PWL(t1 v1 t2 v2...)

☐ PWL FILE:  Browse

DC offset[V]:  0

Amplitude[V]:  1

Freq[Hz]:  1k

Tdelay[s]:  0

Theta[1/s]:  0

Phi[deg]:  0

Ncycles:  0

Additional PwL Points

Make this information visible on schematic: ☒

DC Value

DC value:

Make this information visible on schematic: ☒

Small signal AC analysis(AC)

AC Amplitude:

AC Phase:

Make this information visible on schematic: ☒

Parasitic Properties

Series Resistance[Ω]:

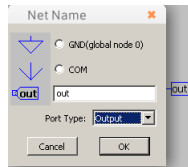
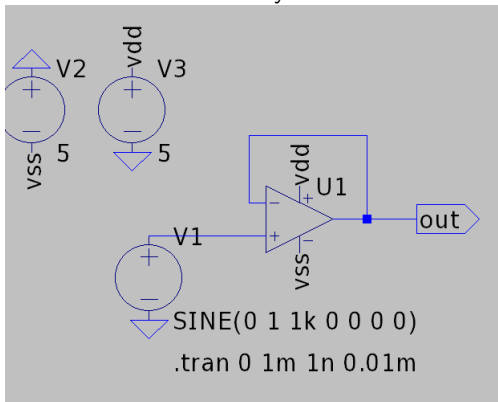
Parallel Capacitance[F]:

Make this information visible on schematic: ☒

Cancel OK

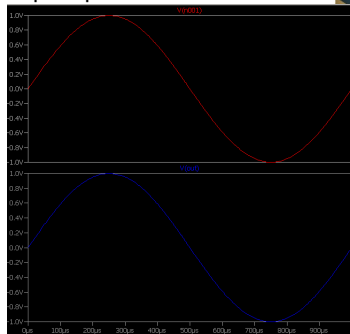
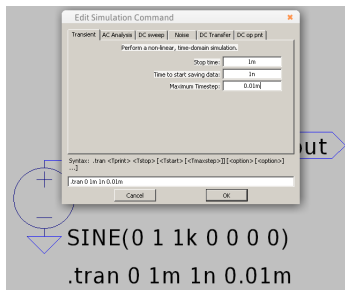
## Seguidor de voltaje

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.



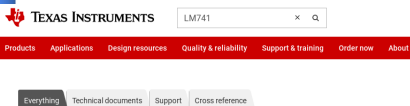
# Seguidor de voltaje

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 simulación. En la gráfica se puede dar la opción 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 top of the Texas Instruments website. The header includes the TI logo and the text "TEXAS INSTRUMENTS". Below this is a search bar containing the text "LM741". A red navigation bar contains the following links: Products, Applications, Design resources, Quality & reliability, Support & training, Order now, and About TI. Below the navigation bar is a secondary menu with the following links: Everything, Technical documents, Support, and Cross reference.




**LM741** ACTIVE

Single 44V 1MHz operational amplifier

[Data sheet](#)

[Ordering & quality](#)

[Find other General-purpose op amps](#)



The screenshot shows the top of the Texas Instruments website. The header includes the TI logo and the text "TEXAS INSTRUMENTS". Below this is a search bar containing the text "LM741". A red navigation bar contains the following links: Products, Applications, Design resources, Quality & reliability, Support & training, Order now, and About TI. Below the navigation bar is a secondary menu with the following links: Everything, Technical documents, Support, and Cross reference.

[Products](#) [Applications](#) [Design resources](#) [Quality & reliability](#) [Support & training](#) [Order now](#) [About TI](#)

[Home](#) / [Amplifiers](#) / [Operational amplifiers \(op amps\)](#) / [General-purpose op amps](#)

**LM741** ACTIVE

Single 44V 1MHz operational amplifier

[DATA SHEET](#) [LM741 Operational Amplifier datasheet \(Rev. D\)](#) | [Online data sheet](#)

[Product details](#) | [Technical documentation](#) | [Design & development](#) | [Ordering & quality](#) | [Support & training](#)

# 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

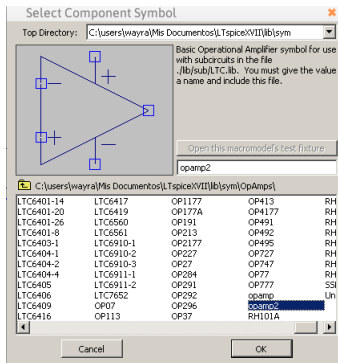
#### LM741 PSPICE Model

SNOM211.ZIP (1 KB) - PSpice Model

[Download](#)

# Inversor

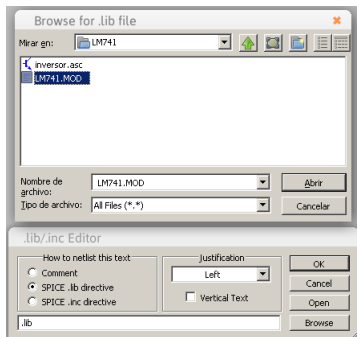
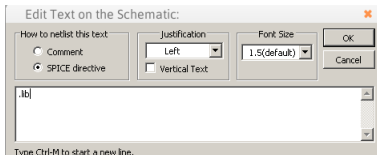
Una vez con el modelo guardado, se crea un nuevo esquemático, y se introduce el componente nombrado opamp2.





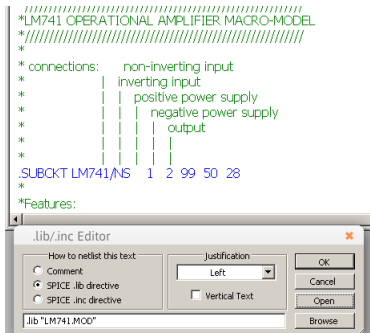
# Inversor

Para instanciar el modelo hay que introducir el comando correspondiente, por lo que se aprieta S y se escribe ".libz una vez agregado al esquemático, se le hace clic derecho y se aprieta browse y se busca el modelo que se descargo.



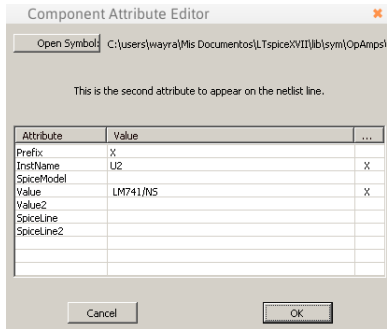
# Inversor

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.



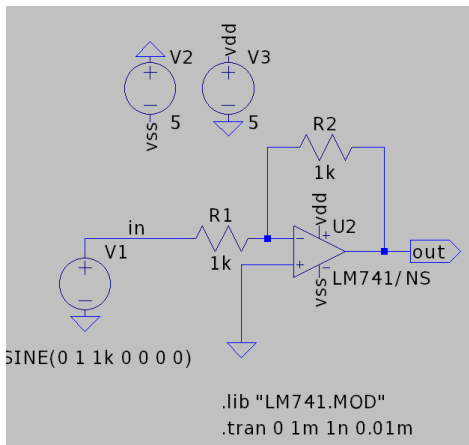
# Inversor

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

