



fcfm

Ingeniería Eléctrica
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Guía de Introducción a TINA

Elaborada por:
Eugenio Quintana
Roberto Möller

Introducción

TINA es un software de simulación de circuitos eléctricos fácil de usar, pero potente, basado en un motor de SPICE.

TINA se limita a los circuitos con dos circuitos integrados y hasta 20 nodos adicionales (es decir en un mismo esquemático pueden simularse dos circuitos diferentes, lo que es una ventaja con respecto a otros programas similares).

TINA tiene una amplia capacidad de procesamiento que le permite dar formato a los resultados de la manera que usted desee. Posee instrumentos virtuales que le permiten seleccionar las formas de onda de entrada, el circuito, los nodos, las tensiones, las corrientes, los componentes deseados, etc. Es así como este software permite representar circuitos eléctricos de una manera sencilla y rápida, lo que permite analizar los resultados antes de haber construido el circuito en el laboratorio.

TINA-TI es un software elaborado por DesignSoft exclusivamente para Texas Instrument. El enlace de descarga para TINA -TI es el siguiente:

<http://focus.ti.com/docs/toolsw/folders/print/tina-ti.html>.



Ingeniería Eléctrica
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

TINA, El Software

Para diseñar y simular un circuito es necesario tener en cuenta las siguientes etapas:

1. Definir sus partes y de qué manera están conectadas (esquemático).
2. Determinar los parámetros de sus componentes y el tipo de análisis a realizar.
3. Establecer los puntos de prueba desde donde se van a efectuar las medidas y/o comprobar las formas de onda.

Dentro de los diferentes análisis que ofrece TINA se encuentran:

1. Análisis DC (corriente continua).
2. Análisis AC (corriente alterna).
3. Respuesta en el tiempo (Transient).
4. Respuesta en frecuencia.
5. Análisis de ruido.
6. Punto de operación.

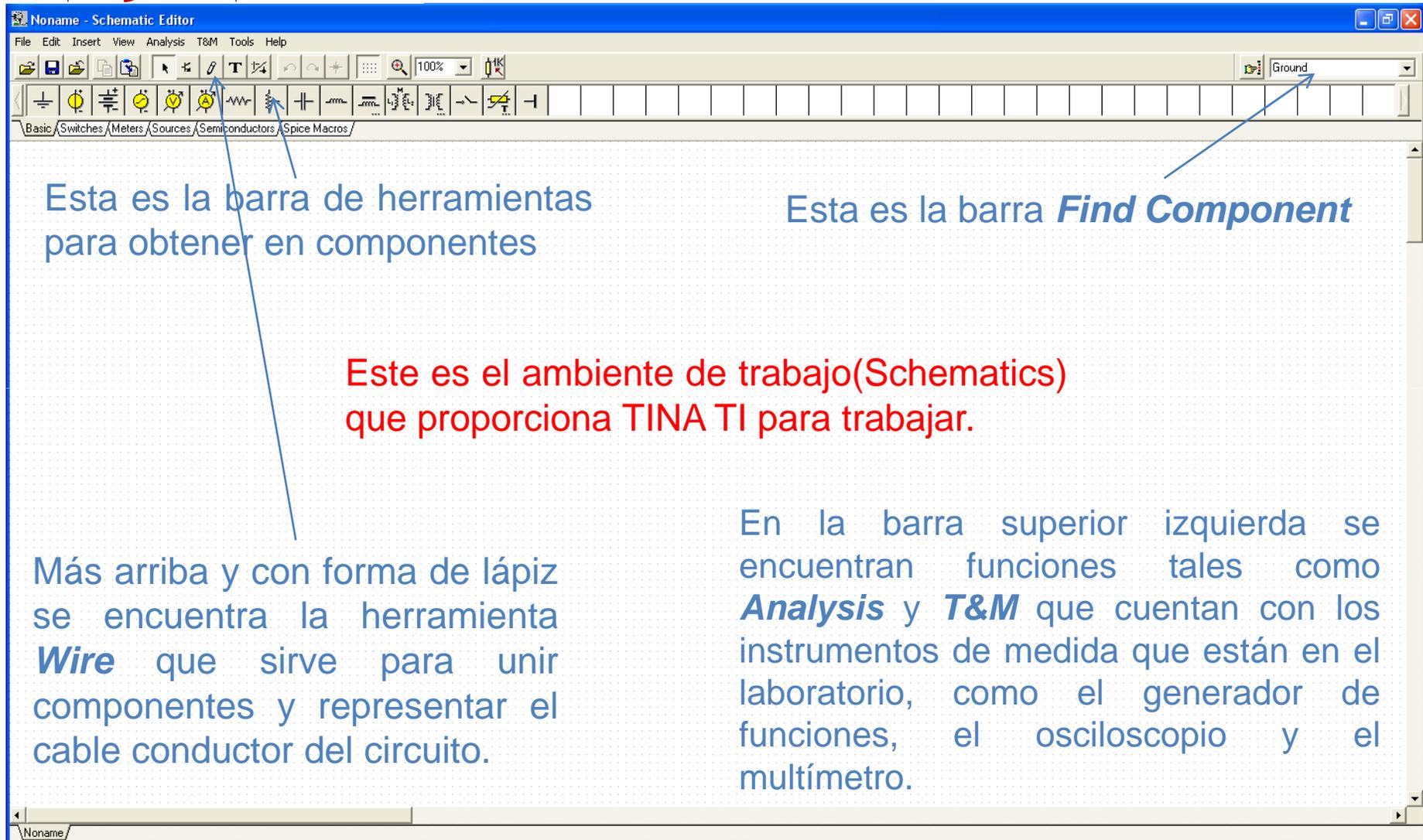
La mayor funcionalidad que tiene TINA es que permite de manera gráfica poder representar circuitos eléctricos de distintos grados de complejidad. Esto se debe al subprograma *Schematics Editor* el cual permite representar visualmente los circuitos eléctricos (lo que es un gran avance ya que antes del *Schematics*, los programas de simulación de circuitos eléctricos se manejaban mediante códigos y algoritmos).

A continuación se presenta el ambiente de trabajo que proporciona TINA .



fcfm

Ingeniería Eléctrica
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



Esta es la barra de herramientas para obtener en componentes

Esta es la barra **Find Component**

Este es el ambiente de trabajo(Schematics) que proporciona TINA TI para trabajar.

Más arriba y con forma de lápiz se encuentra la herramienta **Wire** que sirve para unir componentes y representar el cable conductor del circuito.

En la barra superior izquierda se encuentran funciones tales como **Analysis** y **T&M** que cuentan con los instrumentos de medida que están en el laboratorio, como el generador de funciones, el osciloscopio y el multímetro.

Figura 1: Ambiente de trabajo de TINA

Un primer Ejemplo

Se desea analizar un circuito RLC paralelo (*ver Figura 2*). La idea es observar la forma de onda del voltaje dadas ciertas condiciones iniciales en el condensador y en la inductancia. Se necesita una resistencia, un condensador, una bobina y cable.

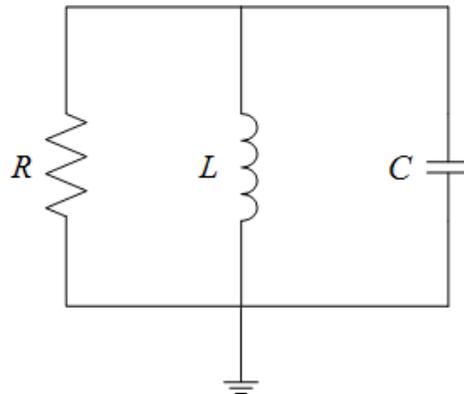


Figura 2: Circuito RLC en paralelo

Existen dos formas de obtener los componentes. En el menú *Find Component* (que aparece arriba a la derecha) se coloca el nombre del componente o su código; por ejemplo si se quiere buscar una resistencia se puede colocar “Resistor” o simplemente “R”. Lo mismo ocurre para el capacitor, inductor, ground, etc .

La otra forma es mediante la barra de herramientas que se muestra en la parte superior izquierda y que tiene las librerías *Basic, Switches, Meters, Sources, Semiconductors y Spice Macros* de las cuales se pueden obtener los componentes que ahí se especifican.

Tanto la resistencia como el condensador y la bobina se encuentran en el menú *Basic* (se identifican mediante su respectivo símbolo). Otro elemento muy importante es la tierra (ground) que también se encuentra presente en esta librería y con respecto a la cual se medirá la caída de tensión.

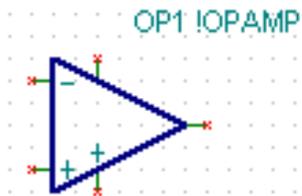
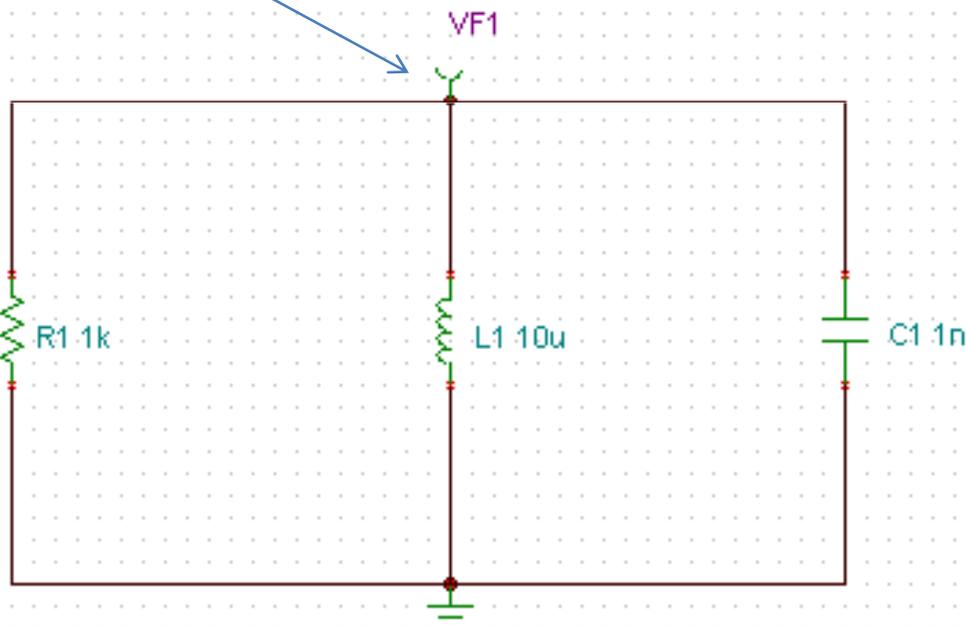
El circuito RLC armado se muestra a continuación.



fcfm

Ingeniería Eléctrica
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Éste es un medidor de voltaje (VF1) llamado **Voltage Pin** el cual se puede encontrar en la sección **Meters** junto con otros instrumentos de medida.



Éste es un circuito integrado. TINA TI requiere siempre que haya uno en el esquemático (esté o no ligado al circuito) por lo que siempre se debe introducir uno. Estos se encuentran en las secciones **Semiconductors** y **Spice Macros**. Se recomienda el primero para circuitos que no utilicen OPAMP's y el segundo para circuitos que sí deban llevarlos debido a que es una configuración que no ha presentado problemas.

Para darle valores a los componentes se hace doble clic sobre cada uno de ellos con lo que aparecerán ventanas similares a las siguientes.

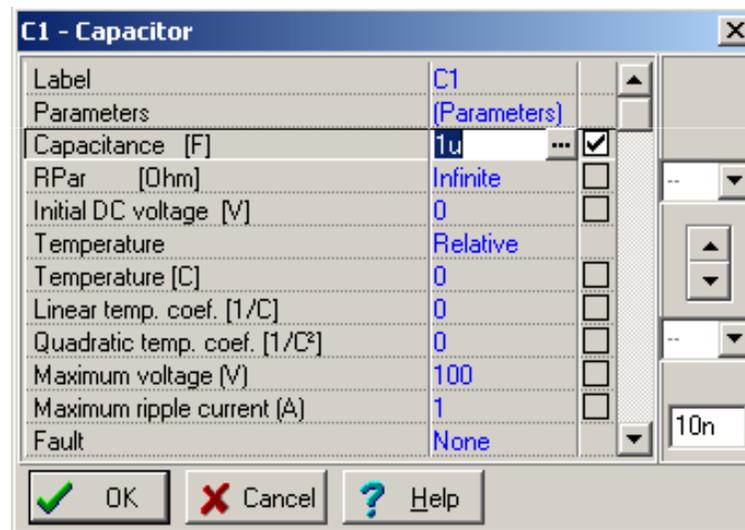


Figura 3: Cuadro de diálogo para cambiar parámetros de los componentes.

En el caso del condensador y la bobina es posible incluir condiciones iniciales llamadas *initial DC voltaje* [V] e *initial DC current* [A]. Para el condensador se especifica el voltaje inicial y para la bobina la corriente inicial (por defecto son nulos).

Todas las unidades de las partes están en el sistema MKS (así que no es necesario colocar la palabra Henry, por ejemplo) y pueden utilizarse los sufijos m (mili), u (micro), k (kilo), etc.

Por otro lado, se puede modificar el nombre de los elementos, pero es preferible mantener la primera letra de estos, y el resto del nombre puede tener hasta 14 caracteres. En el ejemplo se usó $R1 = 1[\text{k}\Omega]$, $C1 = 1[\text{nF}]$, $IC = 1[\text{V}]$, $L1 = 10[\mu\text{H}]$, $IC = 0[\text{A}]$.

El paso siguiente consiste en unir las partes, para lo cual hay que seleccionar la herramienta *Wire*. Una vez que hemos definido las componentes del circuito, su conexión y sus valores, especificamos qué tipo de simulación se desea realizar. Esto se hace en *Analysis* y como en este caso deseamos ver la respuesta en el dominio del tiempo se selecciona la opción *Transient*.

Lo que hará aparecer la siguiente ventana:

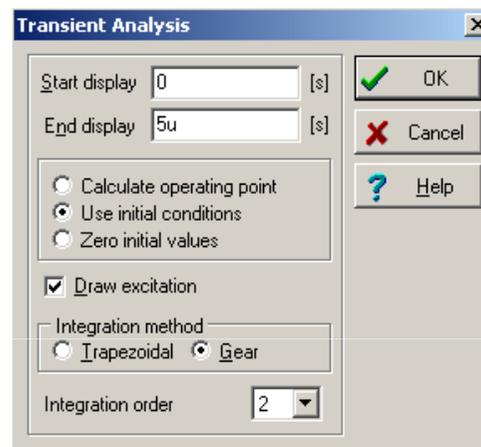
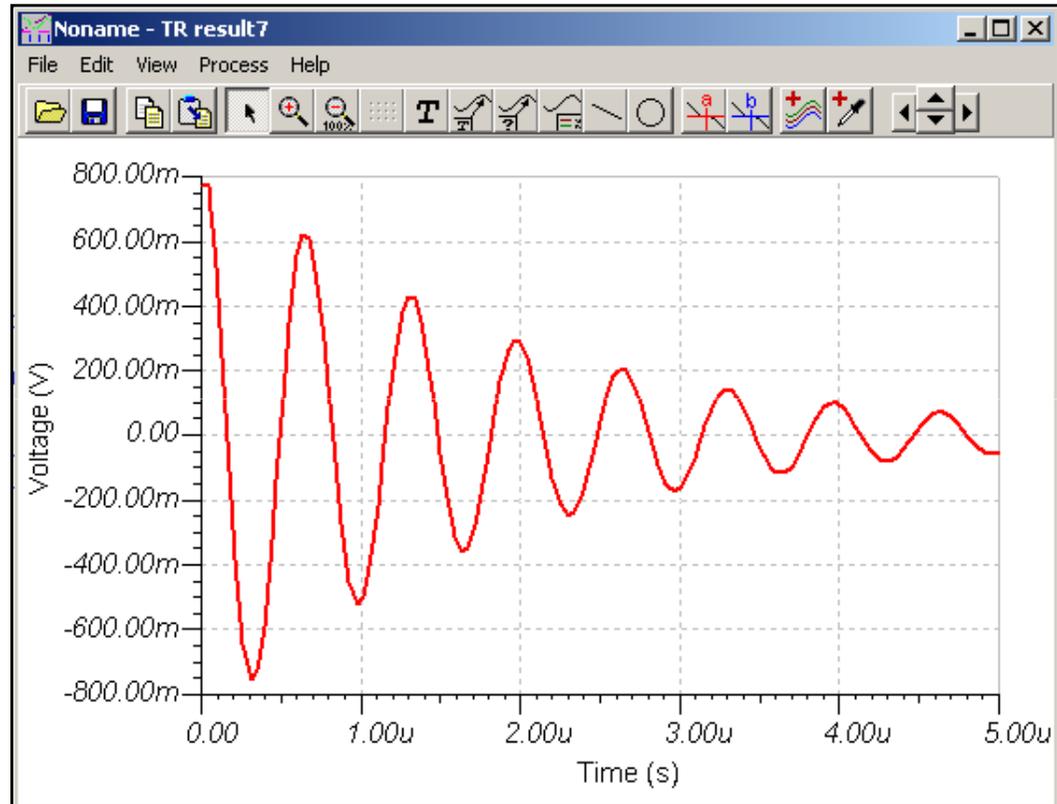


Figura 4: Cuadro de diálogo para realizar el análisis en el dominio del tiempo.

Aquí se especifica que se deben utilizar condiciones iniciales y el intervalo en el que se desea observar los resultados. Luego se le da click a *OK* y se obtiene la siguiente gráfica:



*Figura 5: Respuesta en el tiempo
del circuito RLC paralelo.*

Ahora, haremos nulas las condiciones iniciales del circuito (o sea se cambian los valores de las IC por 0), pero a cambio se integrará una fuente de voltaje. Para ello se escoge *Voltage Generator* de la barra de herramientas *Sources* y se incluye en el circuito como se muestra a continuación:

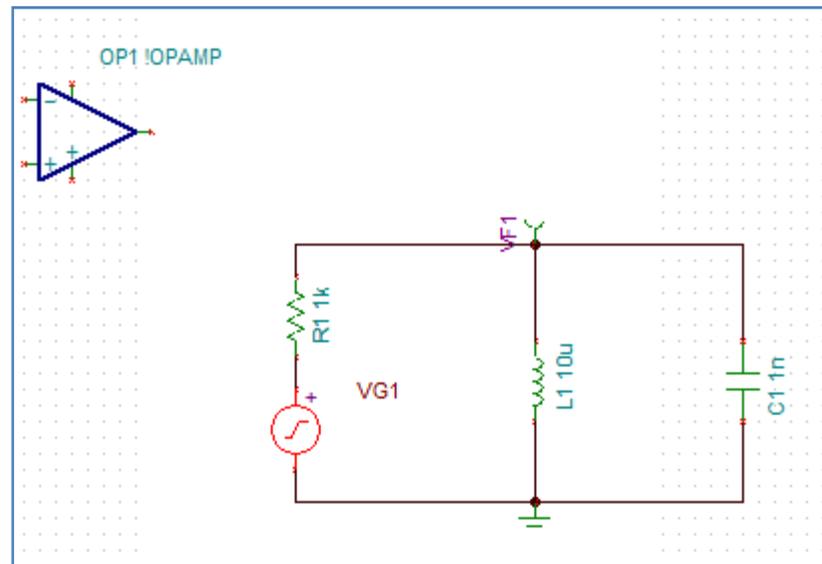


Figura 6: Circuito RLC paralelo con una fuente de voltaje

Para asignar los parámetros a la fuente de voltaje se selecciona *Function Generator* del menú *T&M* como se muestra a continuación:

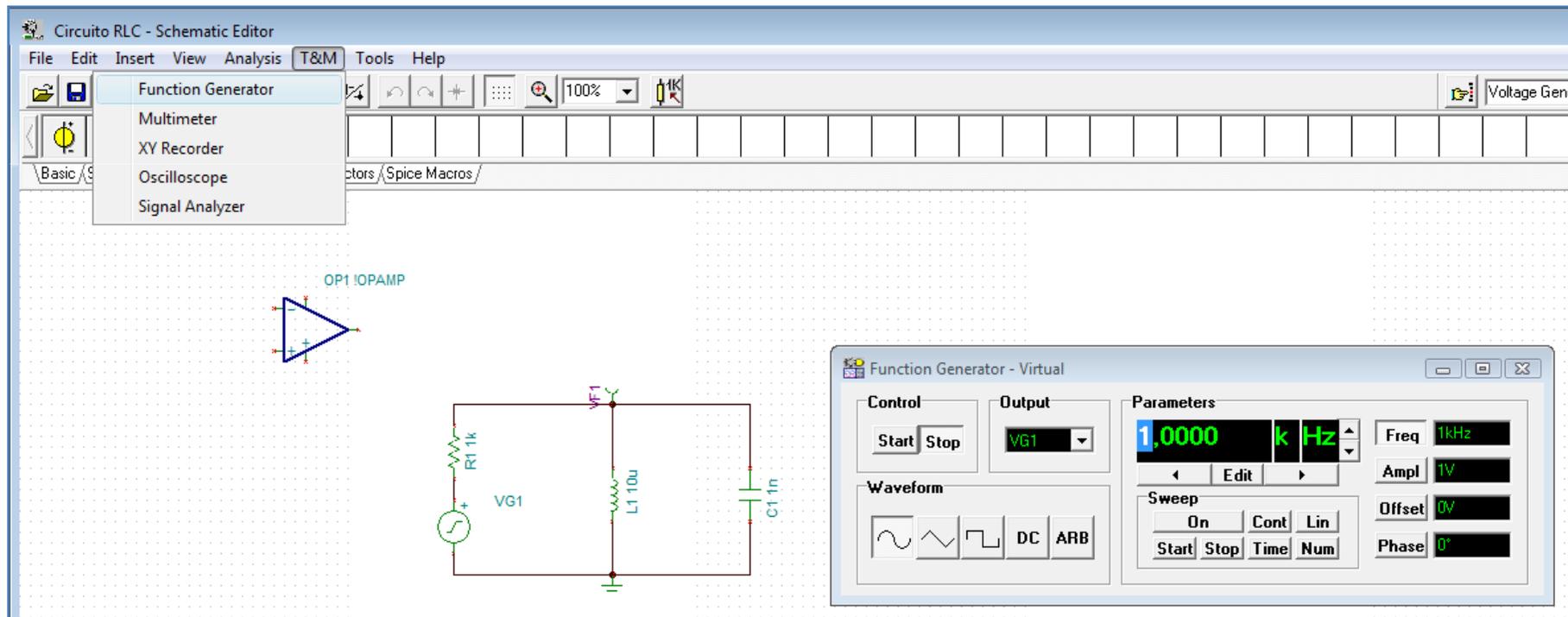


Figura 7: Generador de Funciones

En el ejemplo se usó una onda sinusoidal de amplitud 1 [V] , frecuencia igual a 1k [Hz] , fase y voltaje de offset iguales a cero. En *Output* se selecciona la fuente que se está modificando y en *Waveform* la forma de onda que ésta tendrá. En *Parameters* se seleccionan las demás características.

Realizando un análisis transiente de 0 a 1m[s] y separando las curvas, se obtiene la siguiente gráfica:

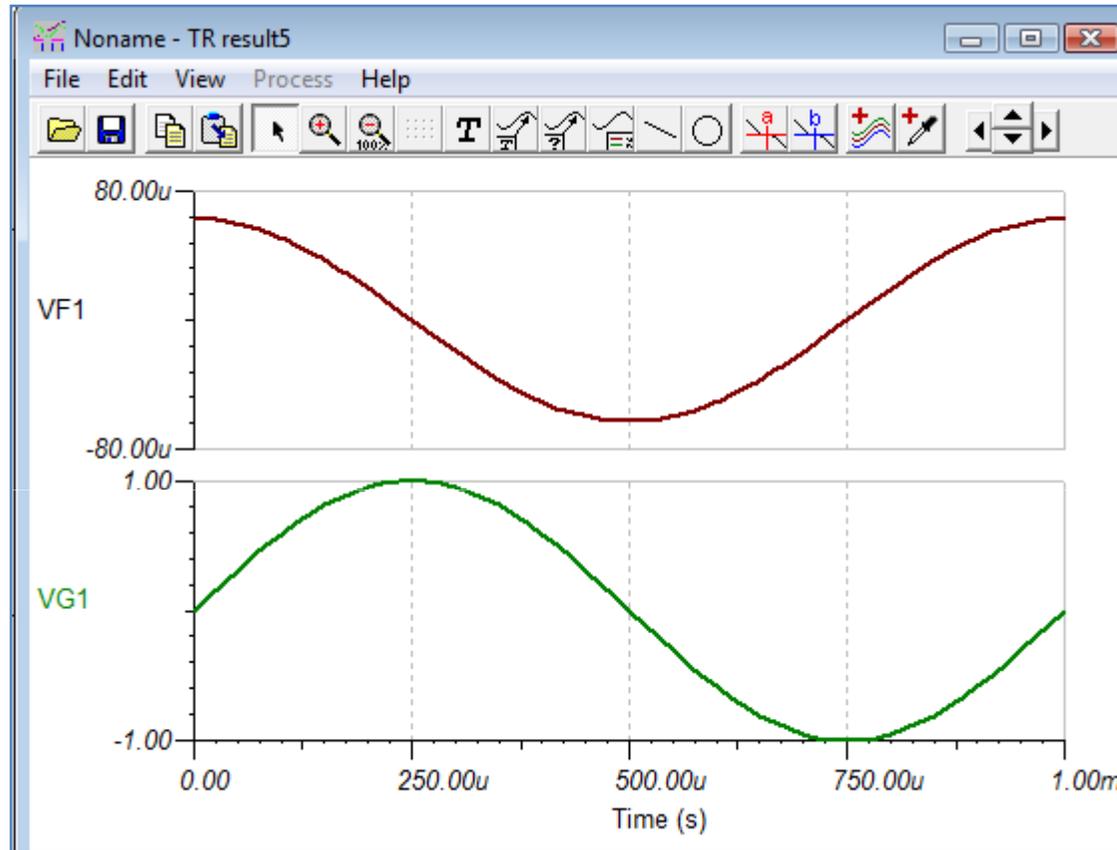


Figura 8: Respuesta en el dominio del tiempo del circuito con fuente de voltaje

Ahora si se quiere analizar la respuesta en el tiempo de distintos valores de resistencias en una sola simulación, se escoge de la barra de herramientas *Basic* el componente *Potentiometer* y se reemplaza por la resistencia.

Se procede a seleccionar *Mode* del menú *Analysis*. En el cuadro de diálogo se selecciona la opción *Parameter Stepping*. Luego en el menú *Analysis* se selecciona la opción *Select Control Object* y se hace click sobre el potenciómetro.

En el cuadro de diálogo se hace click sobre ... en *Resistance*. Finalmente se asignan valores a *Start Value*, *End Value*, y *Number of Cases* y se selecciona el *Sweep Type* como se muestra a continuación.



The figure shows a circuit simulation interface. On the left, a circuit diagram features an operational amplifier (OP1 IOPAMP) with its non-inverting input connected to a voltage source (VG1) through a potentiometer (P1 500k*). The wiper of the potentiometer is connected to a node labeled VF1. This node is also connected to a load resistor (L1 10u) and a capacitor (C1 1n), which are both connected to ground. To the right, two dialog boxes are open. The top dialog, titled 'P1 - Potentiometer', displays the following parameters:

Parameter	Value
* Resistance [Ohm]	500k
Power [W]	1
Setting [%]	50
Temperature [C]	0
Linear temp. coef. [1/C]	0
Quadratic temp. coef. [1/C ²]	0
Exponential temp. coef. [%/C]	0
Maximum voltage [V]	100

The bottom dialog, titled 'Parameter stepping', shows the following settings:

- Start value: 1k
- End value: 3k
- Number of cases: 3
- Sweep type: Linear, Logarithmic, List

Figura 9: Asignación de múltiples parámetros a un potenciómetro.

Realizando un análisis Transient de 0 a 1m[s] y seleccionando *View-> Separate Curves*, se obtiene la siguiente gráfica:

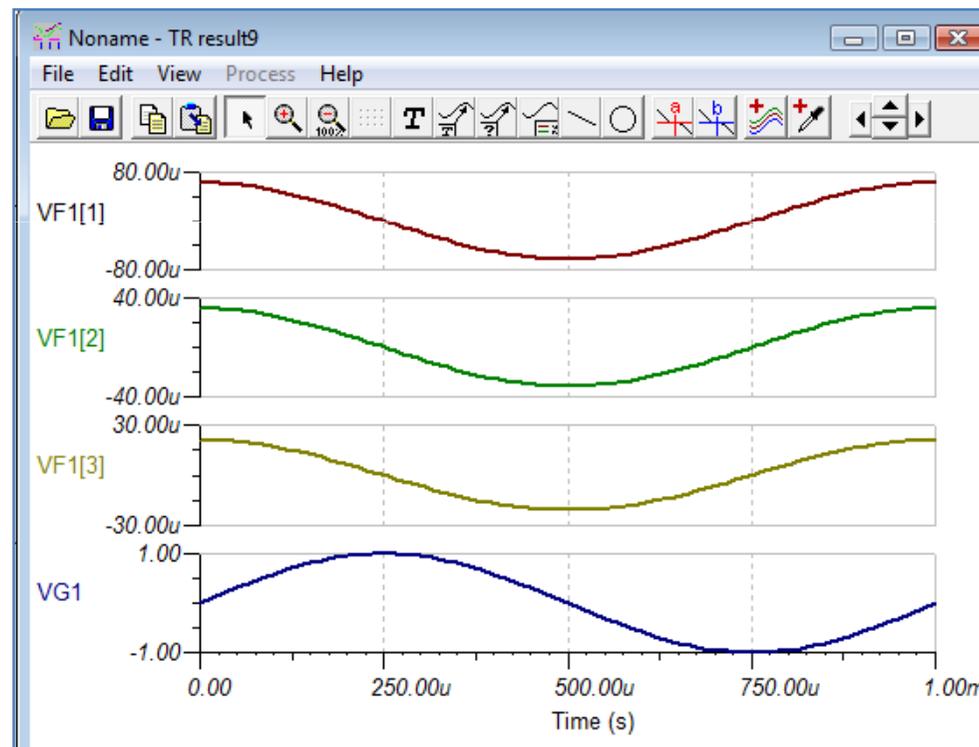


Figura 10: Respuesta en el dominio del tiempo del circuito con distintos valores de R.

Análisis en Régimen Permanente Sinusoidal (RPS)

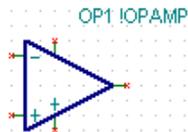
Para el análisis en régimen permanente sinusoidal es necesario introducir las fuentes sinusoidales mediante el generador de funciones. Las fuentes se obtienen del menú *Basic* ó *Sources* y se les otorga sus características con el generador de funciones del menú *T&M*.

Resolveremos el circuito anterior pero agregando una fuente de voltaje sinusoidal en serie a la resistencia:

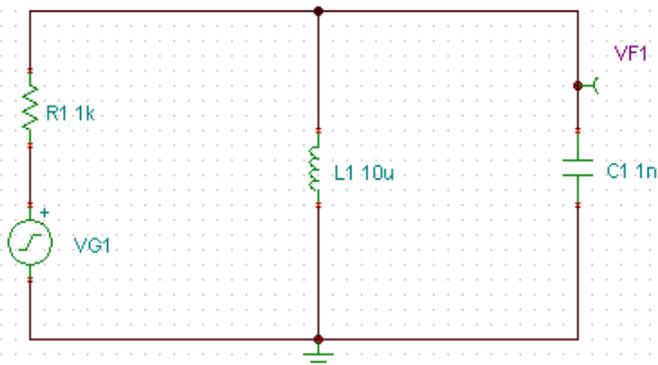
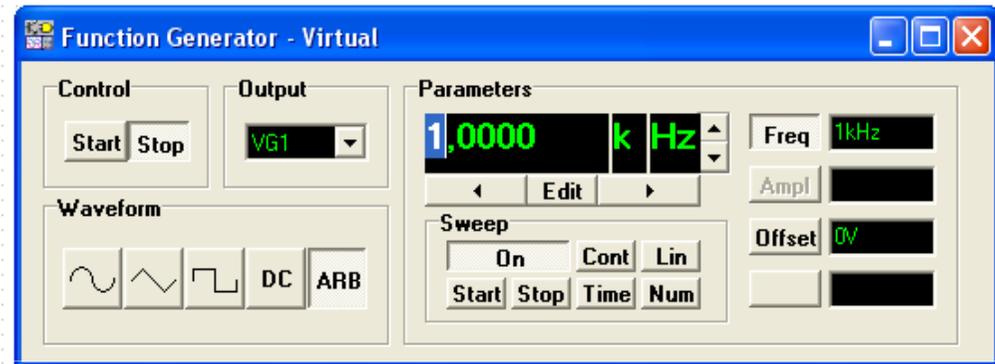


fcfm

Ingeniería Eléctrica
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



Notar que el circuito integrado siempre debe estar.



En el generador de funciones se puede elegir la fuente a la que se le quieren dar los valores deseados. En este caso sólo hay una llamada VG1 y en la cual elegimos la opción Sweep debido a que se realizará un análisis en función de la frecuencia. También se selecciono una onda seno.



fcfm

Ingeniería Eléctrica
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Notar que el circuito integrado siempre debe estar.

En el generador de funciones se puede elegir la fuente a la que se le quieren dar los valores deseados. En este caso sólo hay una llamada VG1 y en la cual elegimos la opción Sweep debido a que se realizará un análisis en función de la frecuencia. También se selecciono una onda seno.

El cual entregará la siguiente ventana:

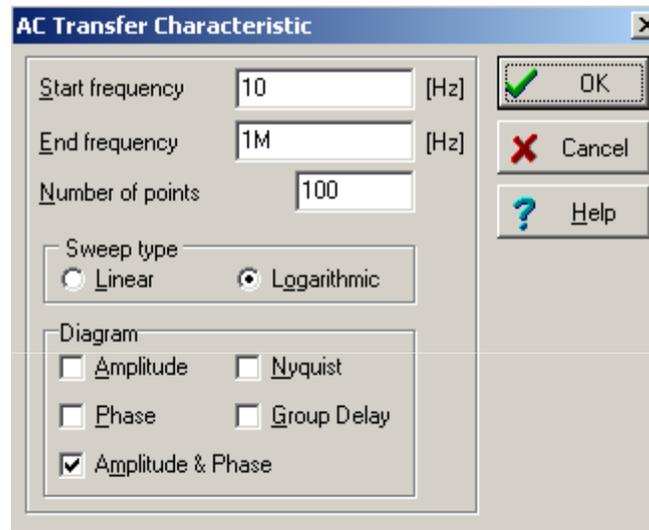


Figura 11: Cuadro de diálogo para el análisis de respuesta en frecuencia.

En la cual se especifican los parámetros del análisis en función de la frecuencia. Para ver el diagrama de Bode se cliquee en *Logarithmic* y luego se marca la opción *Amplitude & Phase*. Dándole al botón *OK* se obtiene el siguiente gráfico.

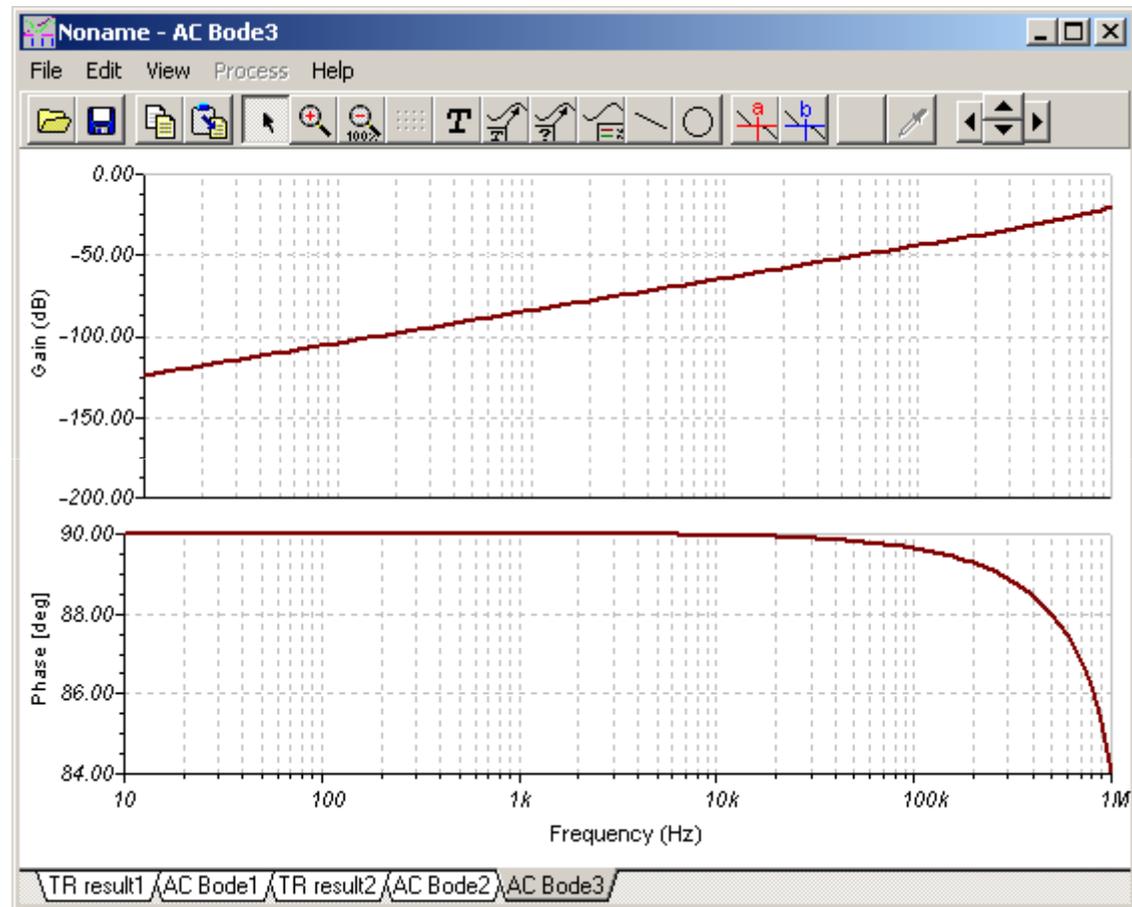


Figura 12: Diagrama de Bode de la respuesta en frecuencia del circuito.

Nota sobre componentes

En el menú *Basic* y *Sources*:

- Si se eligen fuentes sinusoidales (se identifican en base al dibujo), estas siempre se graficarán (siempre que se elija graficar algo) a pesar de que no se les agregue un medidor de voltaje. Se tienen dos opciones para solucionar esto:

Se ocupan las fuentes DC para polarizar los OPAMP, así no se tendrán gráficos en excesos ó simplemente cuando aparezca la pantalla del grafico, clicar sobre *View* y elegir la opción *Separate Curves* para visualizar las curvas por separado.

- Se encuentran los termisores (transductores) NTC.
- La herramienta *Jumper* sirve para unir puntos a larga distancia sin existir cable propiamente tal entre estos puntos. Se utiliza colocando un *Jumper* en cada nodo de los que se desea unir y se les asigna el mismo nombre.

En el menú *Meters*:

- Se encuentran las herramientas para medir voltaje (*Voltaje Pin*) y corriente (*Current Arrow*), que son utilizadas constantemente. Para graficar, siempre debe existir alguna herramienta que cumpla alguna función como la que cumplen estas.

En el menú *Semiconductors*:

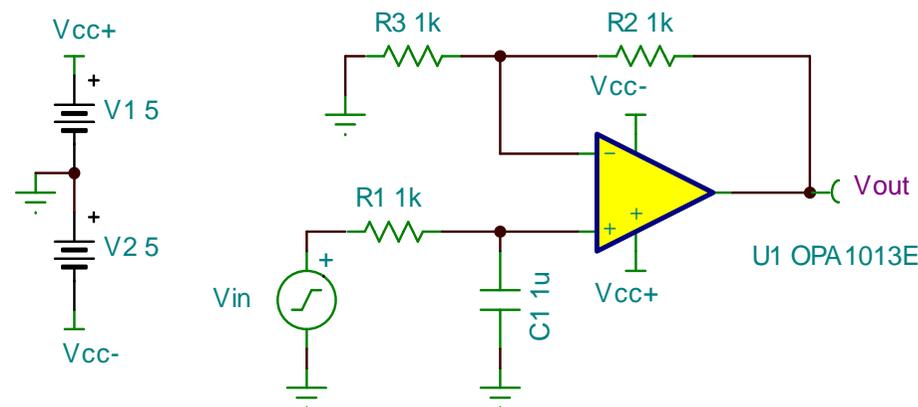
- Se encuentran los diodos y LED.

- Esta guía no pretende ser un manual de usuario, solamente un apoyo para la inicialización en la simulación de circuitos en TINA. Para más información sobre el detalle de las demás funcionalidades consulte el menú *Help*.
- Para adquirir un mayor dominio del programa es recomendable simular los ejemplos planteados en cátedra y verificar que los resultados obtenidos son correctos.

Anexo: Diagrama de Bode

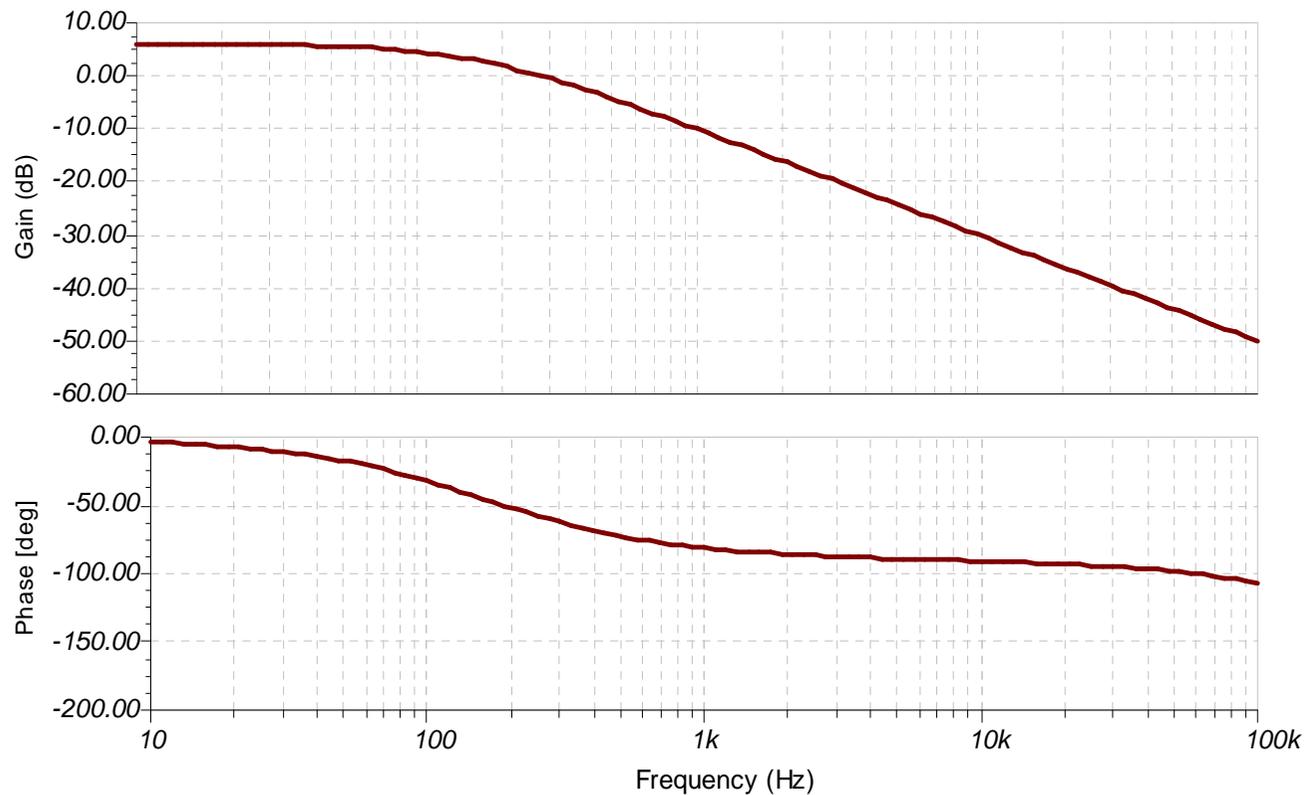
Los diagramas de Bode son gráficas que sirven para analizar la respuesta en frecuencia de un circuito determinado. Las respuestas son en amplitud y en fase.

Dado el siguiente circuito:





El diagrama de Bode de su respuesta en frecuencia resulta:





Ingeniería Eléctrica
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

La función de transferencia del circuito anterior es:

$$H(s) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{2}{1 + 10^{-3}s}$$

Para comprobar que el diagrama entregado por TINA corresponde al diagrama de Bode entregado por el análisis teórico ocuparemos MAPLE.

En MAPLE se escribe y ejecuta el siguiente código:



The screenshot shows the Maple 12 software interface. The window title is "*Maple 12 - Untitled (1) - [Server 1]". The menu bar includes Archivo (F), Editar, Ver, Insertar, Formato, Tabla, Dibujo, Gráfico (P), Hoja de Cálculo (S), Herramientas (T), Ventana (W), and Ayuda. The toolbar contains various icons for file operations, navigation, and editing. The main workspace is divided into several sections:

- Common Symbols:** A panel on the left containing various mathematical symbols like π , e , i , j , I , ∞ , Σ , Π , \int , d , \cap , \cup , \geq , $>$, \neq , \leq , $<$, \neq , \neq , α , \approx , \sim , $=$, \neq , \equiv , \neq , \in , \notin , \subseteq , \setminus , \emptyset , \exists , \forall , \neg , \wedge , \vee , \perp , \Rightarrow , \mathbb{C} , \mathbb{R} , \mathbb{N} , \mathbb{Q} , \mathbb{Z} , \mathfrak{R} , \mathfrak{S} , $:=$, \parallel , $'$, $+$, $-$, \times , $/$, \pm , \mp , \circ , $*$, \cdot , \cdot , ∇ , $!$, \approx , \hbar , ℓ , \perp .
- Expression:** A panel below the symbols containing mathematical expressions like $\int f dx$, $\int_a^b f dx$, $\sum_{i=k}^n f$, $\prod_{i=k}^n f$, $\frac{d}{dx} f$, and $\frac{\partial}{\partial x} f$.
- Code Editor:** The main area contains the following Maple commands:

```
> with(DynamicSystems)
[AlgEquation, BodePlot, CharacteristicPolynomial, Chirp, Coefficients,
ControllabilityMatrix, Controllable, DiffEquation, DiscretePlot,
FrequencyResponse, GainMargin, Grammians, ImpulseResponse,
ImpulseResponsePlot, IsSystem, MagnitudePlot, NewSystem,
ObservabilityMatrix, Observable, PhaseMargin, PhasePlot, PrintSystem,
Ramp, ResponsePlot, RootContourPlot, RootLocusPlot, RouthTable,
SSModelReduction, SSTRansformation, Simulate, Sinc, Sine, Square,
StateSpace, Step, System, SystemOptions, ToDiscrete, TransferFunction,
Triangle, Verify, ZeroPoleGain, ZeroPolePlot]
> sys := TransferFunction( $\frac{2}{1 + 10^{-3}s}$ )
Transfer Function
continuous
sys := 1 output(s); 1 input(s)
inputvariable = [u1(s)]
outputvariable = [y1(s)]
> BodePlot(sys, hertz = true, range = 10..105)
```



Obteniéndose las siguientes gráficas:

