

# **MANUAL BÁSICO DE SPICE**

## **ÍNDICE**

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 0.- INTRODUCCIÓN                 | 3  |
| 1. COMENZANDO SPICE              | 4  |
| 1.- EDICIÓN DE ESQUEMÁTICOS      | 6  |
| 1.1. VALORES                     | 7  |
| 1.2 PUNTOS DE MEDIDA             | 8  |
| 1.3 PARÁMETROS DE CONTROL        | 9  |
| 2.- SIMULACIÓN DEL CIRCUITO      | 10 |
| 3.- FICHEROS DE ENTRADA Y SALIDA | 11 |
| 4.- GRÁFICOS                     | 11 |
| 5.- TIPOS DE ANÁLISIS            | 11 |
| 6. GENERADORES INDEPENDIENTES    | 14 |

## **0.- INTRODUCCIÓN. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA**

La utilización de programas de ayuda, tanto en el diseño como en la simulación de fenómenos físicos, es una práctica ya habitual en el mundo de la ingeniería, sea cual sea su especialidad. El conocimiento de antemano del comportamiento de un diseño real es la gran herramienta del futuro y el computador la base necesaria, aunque no suficiente. Es imprescindible comprender que el software dedicado a simular procesos físicos reales está basado en modelos matemáticos y, por tanto, el factor humano no puede dejarse de lado en ningún caso, siendo el hombre el que ha de decidir si los resultados obtenidos son o no satisfactorios.

Hay que recordar que la simulación es un arma fundamental pero su éxito depende en el 90% de los casos del ingeniero que ha sabido discernir los factores puramente modélicos de los que son reales.

El programa que se pretende mostrar en este manual reducido es uno de los más extendidos entre los diseñadores electrónicos de todo el mundo y se conoce con el nombre de *SPICE*. Este se compone fundamentalmente de las siguientes áreas:

- Captura de esquemáticos
- Simulación del circuito
- Representación gráfica de las magnitudes eléctricas

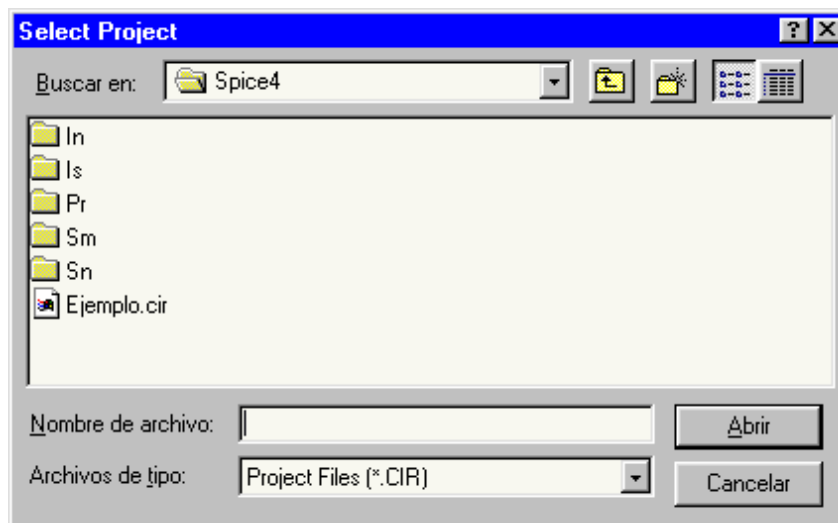
Estos tres apartados vienen fundamentados por dos ficheros: el de entrada y el de salida. El fichero de entrada es aquél que se genera a partir de los datos representados en el esquema; el fichero de salida es generado por la simulación y en él se podrán encontrar los resultados de la simulación así como aquellos errores en los cuales se haya incurrido al capturar el esquema. De este fichero se extraerán posteriormente los datos numéricos para la representación gráfica de las magnitudes seleccionadas por el usuario.

El manual que se va a presentar a continuación corresponde a una **Versión de Demostración del programa ICAP/4Windows de Intusoft**. Dicha versión tendrá las limitaciones propias de un programa de demostración si bien servirá para tomar contacto con sus principios básicos de funcionamiento.

## 1.- COMENZANDO SPICE

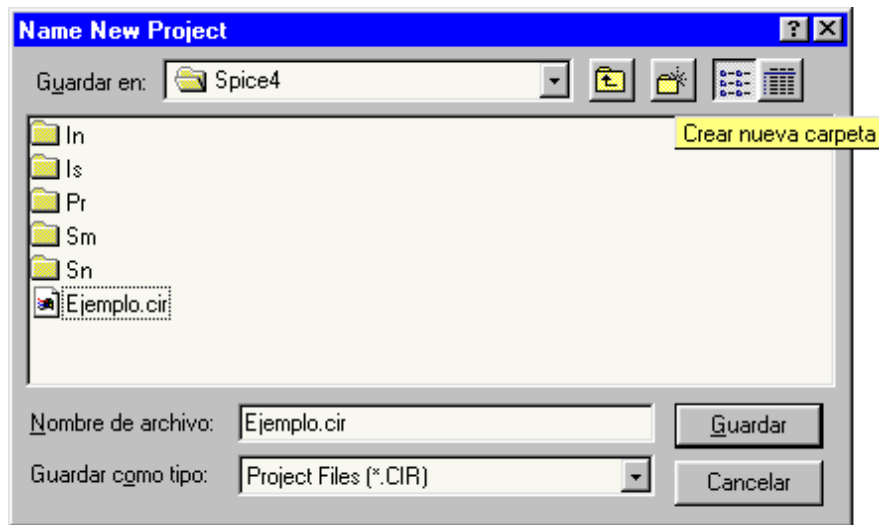
Cuando se realiza una sesión en Spice se generan un conjunto de ficheros diferentes los cuales corresponden todos ellos a dicha sesión. Por este motivo, y al igual que en otras aplicaciones Software ( p.ej. Visual C++, Visual Basic, ...), se utiliza el término *proyecto* para hacer referencia a dicho conjunto de ficheros. En el caso de SPICE el fichero que contiene la información correspondiente a todos los ficheros que componen el proyecto tiene la extensión **.CIR**. En este sentido una norma conveniente para la correcta organización de los diferentes proyectos de Spice consiste en la creación de carpetas individuales para cada uno de ellos.

Para arrancar el programa **ICAP/4** bajo **Windows 95** éste deberá seleccionarse desde la opción *Programas* correspondiente al botón *Inicio* de Windows 95. Una vez hecho esto aparece el diálogo *Select Project* de la figura.



Para abrir un proyecto ya existente simplemente se selecciona en este diálogo y se pulsa el botón *Abrir*.

Si lo que se desea es crear un nuevo proyecto entonces se ha de pulsar el botón *Cancelar*. En este caso aparecerá el diálogo *Name New Project* de la figura sobre el que tendrá que escribirse el nombre para el nuevo proyecto ( En la caja de Texto *Nombre de Archivo* ). Si previamente se desea crear una carpeta en la que organizar los ficheros del nuevo proyecto, se debe seleccionar el nivel de directorios en el que se quiere crear la nueva carpeta y entonces se pulsa el botón *Crear Nueva Carpeta* para escribir su nombre. Finalmente se pulsa el botón *Guardar*.



Una vez abierto un proyecto o creado uno nuevo aparece el Menú Principal del programa con el título del proyecto ( En este caso *PRACTICA.cir* ).

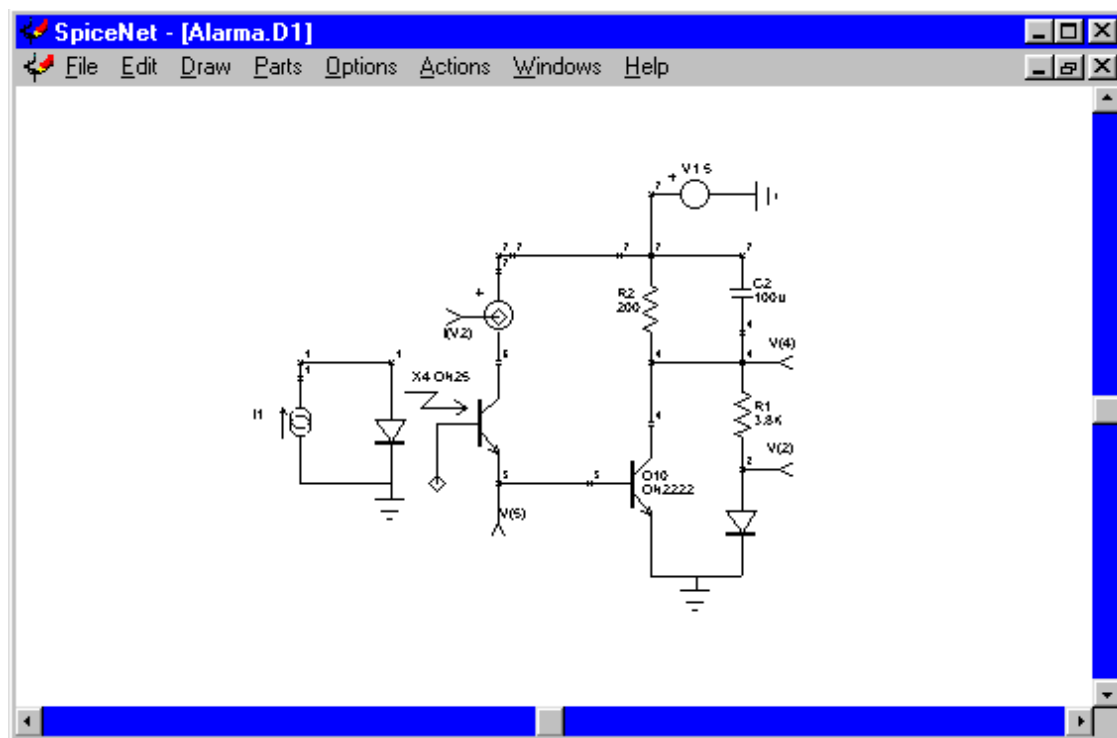


Como puede verse en la figura dicho menú consta de estos cuatro botones:

- *Edit Text Files*. Abre una ventana que permite la edición de los ficheros de texto del proyecto, es decir, el fichero de entrada ( *.CIR* ), de salida ( *.OUT* ) y el de errores ( *.ERR* )
- *Launch IsSpice*. Inicia la simulación o simulaciones seleccionadas por el usuario.
- *Launch Scope*. Abre una ventana que permite visualizar gráficamente las magnitudes eléctricas seleccionadas durante una simulación y almacenar las gráficas en un fichero ( *.GA* ) para su posterior visualización.
- *Launch SpiceNet*. Abre una ventana para la edición de un circuito eléctrico. El esquema de dicho circuito se almacena en un fichero con extensión *.DI*

## 1.- EDICIÓN DE ESQUEMÁTICOS

Como ya ha sido indicado, eligiendo *Launch SpiceNet* en el Menú Principal, se entra en la ventana de edición de esquemáticos que se muestra en la figura. Es en dicha ventana donde deberá realizarse el dibujo del circuito que se quiere simular.



En la barra de menús de la ventana se encuentran tanto las opciones necesarias para la edición de esquemas como las opciones de simulación. De entre todas ellas, el Menú *Parts* es el que contiene las funciones necesarias para la selección e inserción de elementos ( resistencias, condensadores, ... ) en la ventana de esquemáticos.

Puede verse en dicho menú que los elementos más comunes van acompañados de una letra ( p.ej. **R** para Resistencia, ... ). Estas letras representan las `teclas' de acceso rápido típicas de las aplicaciones Windows :

| <u>TECLA</u> | <u>ELEMENTO</u>                      |
|--------------|--------------------------------------|
| <b>R</b>     | Resistencia                          |
| <b>L</b>     | Inductancia                          |
| <b>C</b>     | Condensador                          |
| <b>V</b>     | Generador Independiente de tensión   |
| <b>I</b>     | Generador Independiente de corriente |
| <b>O</b>     | Tierra                               |
| <b>W</b>     | Uniones (cable)                      |
| <b>Y</b>     | Puntas de medida                     |

Para representar en el esquema otros dispositivos ( diodos, transistores, ... ) debe seleccionarse la opción *Part* ( o tecla X ) del menú *Parts*. Aparece el diálogo *Get Part*. Pulsando el botón *Browse* aparece un nuevo diálogo con todos los dispositivos disponibles por el programa. Seleccionando el dispositivo deseado y pulsando el botón *Place* se logra insertar dicho dispositivo en la ventana de esquemáticos.

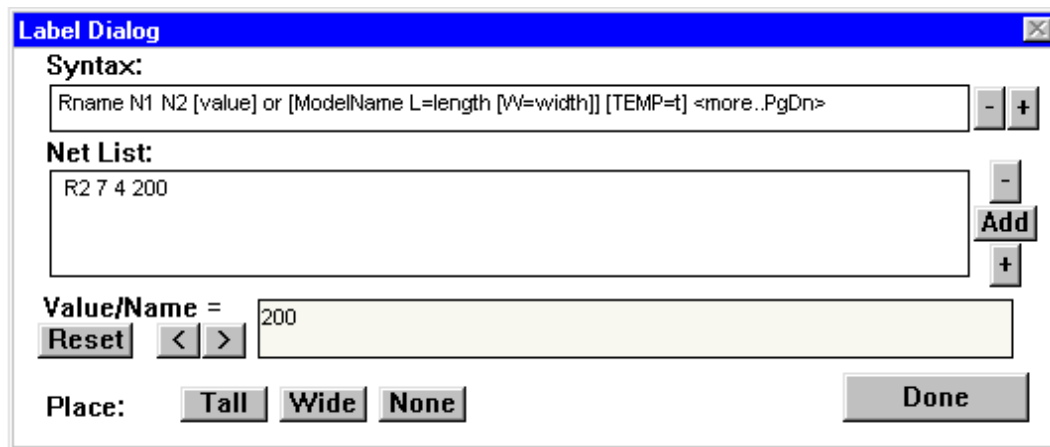
Una vez que el usuario ha dibujado en pantalla el circuito completo, faltará por definir lo siguiente:

- Valores de los elementos.
- Establecimiento de los *Puntos de Medida*.
- Parámetros de control de la Simulación.

## 1.1. VALORES

Para definir completamente cada elemento del circuito, basta pinchar dos veces sobre el elemento en cuestión. Aparece entonces el diálogo *Label Dialog* de la figura que esta formado por los siguientes campos:

- **Caja de texto *Syntax*** que nos indica aquellas Sintaxis permitidas para el elemento seleccionado. Pulsando los botones + y – que aparecen a su derecha van apareciendo las diferentes sintaxis.
- **Caja de Texto *Value/Name*** en la que puede editarse el valor del elemento así como otra información del elemento dependiendo de la Sintaxis seleccionada. Pulsando los botones < y > van apareciendo los valores actualmente seleccionados en el elemento de manera que éstos pueden ser modificados.
- **Etiqueta de Texto *Net List*** en la que se muestra la lista completa de valores correspondientes al elemento seleccionado. Pulsando los botones + y – que aparecen a su derecha puede accederse a otros elementos del circuito. Pulsando el botón **Add** se actualiza en la lista el valor que aparece en la caja de Texto *Value/Name*.

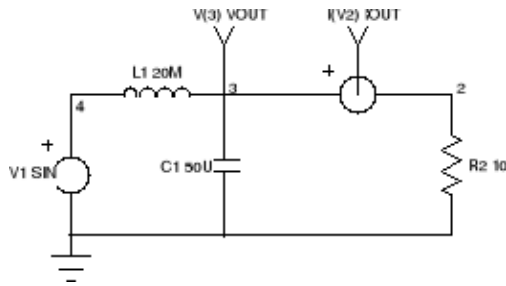


El caso de los generadores independientes es algo especial puesto que en el campo Syntax aparecen diferentes opciones ( **PULSE**, **SIN**, **DC**, ...) que dependen del tipo de análisis o simulación que se pretende llevar a cabo. Por tanto, en primer lugar habrá que decidir el tipo o tipos de análisis que van a realizarse ( *DC*, *Transitorio*, *AC*, ...) y entonces definir la fuente o fuentes necesarias en cada caso. Al final de este manual se explicará la nomenclatura correspondiente a cada generador.

## 1.2. PUNTOS DE MEDIDA

Son absolutamente imprescindibles para poder llevar a cabo una simulación. Se utilizan para medir tanto tensiones en puntos del circuito como corrientes en ramas aunque su colocación en el circuito es diferente en cada caso:

- ***Medida de Tensión***: La punta de medida ( **Y** ) se coloca directamente sobre el punto en el que se desea medir la tensión.
- ***Medida de Intensidad***: En primer lugar se coloca un *generador de tensión independiente de valor 0* en la rama en la que se quiere medir la corriente. A continuación se coloca la punta de medida dentro del círculo de dicho generador de tensión. El signo positivo de dicho generador indica que la corriente se mide entrando por dicho signo.

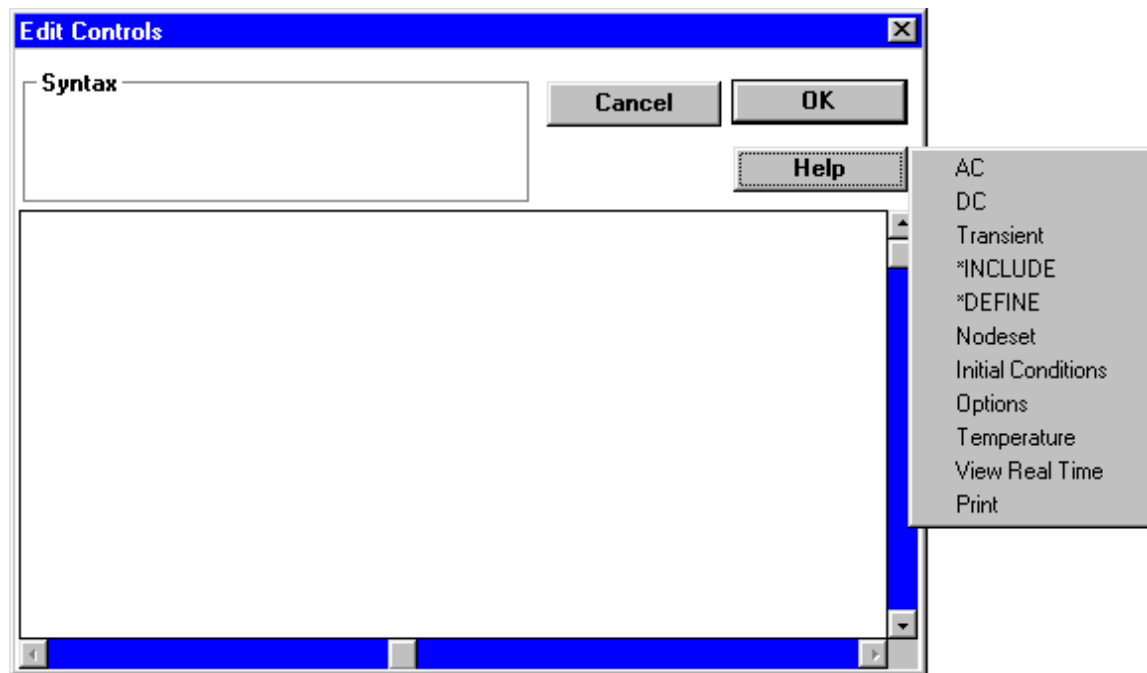


Para que las puntas de medida funcionen correctamente durante una simulación es necesario asignarles el tipo de simulación que se desea recoger gráficamente. Haciendo doble click sobre este elemento aparece nuevamente el diálogo *Label Dialog*. Sin embargo, en este caso contiene tres botones **AC**, **DC** y **TRAN**. Pulsando cualquiera de ellos se indica a la punta de medida el tipo o tipos de análisis que deben recogerse.

### 1.3. PARÁMETROS DE CONTROL

Para poder realizar una simulación es necesario especificar qué tipo de simulación se quiere realizar en el circuito y los parámetros de dicha simulación. Para ello hay que seleccionar la opción **EDIT CONTROLS** en el menú **FILE** apareciendo el diálogo *Edit Controls* de la figura.

Para seleccionar una simulación se debe pulsar el botón *Help* para así desplegar un menú con todos los tipos de análisis disponibles. Eligiendo uno de los tipos de análisis del menú aparece un nuevo diálogo en el que se muestran los parámetros que deben establecerse para la opción escogida.



Más adelante se explicará en qué consisten los análisis AC, DC y Transitorio así como los parámetros correspondientes a cada uno de ellos..

## 2.- SIMULACIÓN DEL CIRCUITO

- Realizada la captura del circuito y definidos correctamente todos los parámetros correspondientes a la simulación o simulaciones que se quieren realizar, se ejecutará en el menú **ACTIONS** el comando **SIMULATE** ( También puede pulsarse el botón *Launch IsSpice* en el menú principal).

- El programa ejecutará las acciones necesarias y mostrará en pantalla la ventana *IsSpice4*. En esta ventana a su vez aparecerán una serie de ventanas indicando el estado de la simulación. Cuando la simulación ha terminado aparece el diálogo *Simulation Control*.
- Por lo general, es probable que en un primer intento el resultado de la simulación no sea correcto, o bien no se hayan creado los vectores de datos ( esto se verá al visualizar gráficamente la simulación ); en este caso deberá leerse el fichero **.ERR**, en el cual quedan reflejados los errores producidos durante la simulación.
- Si no se ha producido ningún error y se quieren ver gráficamente los resultados de la simulación se puede cerrar el diálogo *Simulation Control* y pulsar el botón Launch Scope en el Menú principal o bien el comando **SCOPE** en el menú **ACTIONS**.

### 3.- FICHEROS DE ENTRADA Y SALIDA

Como ya se ha comentado cada proyecto de Spice está constituido por un conjunto de ficheros de texto, los cuales se generan de manera oculta para el usuario pero que pueden ser editados por éste en cualquier momento. Para ello, simplemente deberá pulsarse el botón *Edit Text Files* del menú principal o bien el comando **TEXT EDIT** en el menú **ACTIONS** de cualquier ventana del programa. Las características principales de estos ficheros son las siguientes:

- Son la parte oculta de los apartados gráficos del programa.
- El fichero de entrada se genera a partir de la captura del esquema, siendo un reflejo en modo texto de los datos introducidos. En él puede verse de manera global qué error (generalmente sintáctico) se ha podido cometer al capturar un circuito.
- El fichero de salida contiene toda la información de la simulación, datos y errores, proporcionando además los modelos que se utilizan para el cálculo ( transformadores, diodos, transistores, etc.).

### 4.- GRÁFICOS

- Al seleccionar el comando **SCOPE** en el menú *Actions* aparece la ventana *IntuScope*. Para ver las magnitudes que pueden representarse gráficamente habrá que seleccionar en primer lugar el tipo de análisis en el submenú *Analysis Type* situado en el menú **WAVEFORMS**.
- Una vez hecho esto aparecerá también en WAVEFORMS una lista de las señales que se pueden representar gráficamente para el análisis seleccionado.

### 5.- TIPOS DE ANÁLISIS

Como ya se indicó anteriormente para realizar una simulación es necesario establecer el tipo de análisis que se quiere realizar. En este manual únicamente se explicarán los tres más significativos que son los análisis **DC**, **TRAN** y **AC**.

- **ANÁLISIS DC**. Realiza un análisis del circuito DC en régimen permanente ( es decir, con los condensadores abiertos y las inductancias en cortocircuito ) para el rango de valores del generador o generadores de tensión/corriente especificados en la ventana de parámetros que se muestra en la figura.

**DC Analysis**

| Outer sweep |                      | Inner Sweep |                      |
|-------------|----------------------|-------------|----------------------|
| Source:     | <input type="text"/> | Source:     | <input type="text"/> |
| Start:      | <input type="text"/> | Start:      | <input type="text"/> |
| End:        | <input type="text"/> | End:        | <input type="text"/> |
| Step:       | <input type="text"/> | Step:       | <input type="text"/> |

**Example:**  
 .DC VCE 0 2 .1 1B 0 50UA 10UA  
 .DC R1 1K 5K 1K TEMP 25 100 25

Cancel Replace Add

En el diálogo *DC Analysis* se debe indicar la fuente que se desea variar y los límites de variación. *Source* es el nombre de la fuente independiente de tensión/corriente que se va a variar, *Start* y *End* y *Step* son los valores inicial, final e incremento respectivamente. Si se quieren variar dos fuentes se puede añadir otra en ***Inner Sweep*** de la misma forma que para el caso anterior. En este caso el análisis se realizará variando dentro de su rango la fuente indicada en ***Outer Sweep*** para todos los valores del rango indicados en ***Inner Sweep***.

#### EJEMPLO. .DC VIN 0 40 1

Hace un análisis DC variando VIN desde **0** a **40 V** en incrementos de **1 V**.

- ANÁLISIS TRANSITORIO. Computa la respuesta del circuito en función del tiempo durante un intervalo de tiempo definido por el usuario en la ventana de parámetros que se muestra en la figura.

Los parámetros que aparecen en el diálogo *Transient Analysis* son los siguientes:

- *Data Step Time* indica el intervalo de tiempo en el que son almacenados los puntos de la simulación
- *Tstop* es el tiempo total de simulación.
- *Tstart* es el tiempo en el que se empiezan a almacenar los datos de la simulación en el fichero de salida. La simulación siempre comienza en  $t=0$  pero si se especifica este parámetro los datos comenzarán a almacenarse a partir de *Tstart*.
- *UIC* indica si se utilizarán las condiciones iniciales establecidas en los elementos del circuito que permitan la opción **IC = ...** como las condiciones iniciales del análisis transitorio.
- ANÁLISIS AC. Este análisis requiere al menos un generador de tipo AC en el circuito. Este análisis realiza un estudio del circuito en régimen permanente AC en el rango de frecuencias especificado en la ventana de parámetros de la figura.

**AC Analysis**

Interval: ☒ Decade ☐ Octave ☐ Linearly

Points per Interval:

Starting Frequency:  Hz

Ending Frequency:  Hz

Los parámetros que aparecen en el diálogo *AC Analysis* son los siguientes:

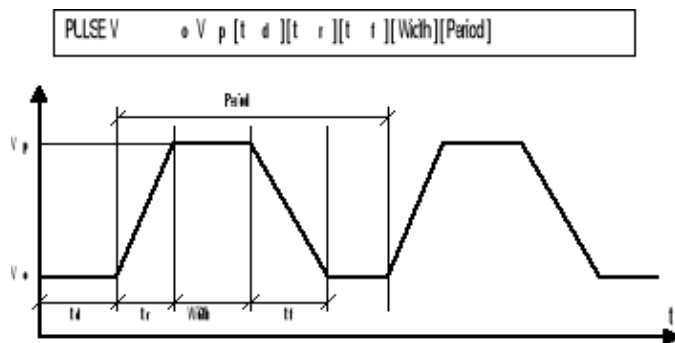
- *Interval* indica el método utilizado para el almacenamiento de los datos obtenidos en la simulación.
- *Points per Interval* es el número de puntos almacenados en el intervalo seleccionado anteriormente.
- *Starting Frequency* es la frecuencia inicial de simulación en Hz.
- *Ending Frequency* es la frecuencia final de simulación en Hz.

## 6. GENERADORES INDEPENDIENTES.

Dependiendo del tipo de análisis que se quiere realizar la nomenclatura empleada para los generadores independientes será diferente. A continuación se explica brevemente dicha nomenclatura para los casos que se emplean con más frecuencia.

### ANÁLISIS TRANSITORIO.

- Pulso o Tren de pulsos.



- Seno o Seno Amortiguado.

¡Error! Vínculo no válido.

### ANÁLISIS AC.

Para realizar un análisis AC es necesaria una fuente independiente de tipo **AC** en el circuito. La sintaxis para dicha fuente es la siguiente:

**AC magnitudeVal [phaseVal]**

donde, magnitudeVal es la amplitud de la onda sinusoidal

phaseVal es la fase de la onda sinusoidal

es decir, la forma de onda del generador es  $V = \text{magnitudeVal} \cdot \text{Seno}(t + \text{phaseVal})$

En cada punto de medida del circuito en el que se haya establecido un análisis AC se generarán dos series de puntos. Cada pareja de puntos de la serie representa, a una frecuencia determinada, la amplitud de la onda sinusoidal en el punto de medida y el desfase con respecto a la referencia de fases establecida en el generador AC.

1

1

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES

DE SAN SEBASTIÁN

UNIVERSIDAD DE NAVARRA

3

Circuitos Eléctricos. Manual Básico de Spice

Manual Básico de Spice