

Análisis y simulación de circuitos con OrCAD.

Prácticas de la asignatura Teoría de Circuitos de los grados:

- *Ingeniería Mecánica*
- *Ingeniería Eléctrica*
- *Ingeniería Electrónica y Automática*

Autores:

César Fernández Peris

María asunción Vicente Ripoll

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 7

PRÁCTICA 1 INTRODUCCIÓN AL PROGRAMA ORCAD. SIMULACIÓN DE UN CIRCUITO EN DC.	9
1 INTRODUCCIÓN AL PROGRAMA ORCAD	11
1.1 OrCAD Demo	11
1.2 Elementos del OrCAD Demo	13
1.3 OrCAD Capture CIS demo	13
1.4 Pspice AD Demo	15
2 SIMULACIÓN DE UN CIRCUITO EN DC	16
2.1 Creación de una carpeta de trabajo	16
2.2 Creación de un nuevo proyecto de simulación: circuito divisor de tensión resistivo	17
2.3 Output File	28
2.4 Librerías de componentes	30
2.5 Atributos de los componentes	30
3 EJERCICIOS: CÁLCULO DE TENSIONES Y CORRIENTES EN CIRCUITOS DC	32
3.1 Ejercicio 1	32
3.2 Ejercicio 2	33
3.3 Ejercicio 3	33
PRÁCTICA 2 ANÁLISIS DE CIRCUITOS EN DC	36
1 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE NODO E INTENSIDADES DE RAMA.	38
2 EJERCICIOS	43
2.1 Ejercicio: cálculo de las tensiones de nodo e intensidades de rama.	43
2.2 Ejercicio: cálculo de las tensiones de nodo e intensidades de rama.	43
3 CÁLCULO DE LA R EQUIVALENTE DE UN CIRCUITO.	44
4 EJERCICIOS	47

4.1	Ejercicio: cálculo de la resistencia equivalente.....	47
4.2	Ejercicio: cálculo de la resistencia equivalente:.....	47
5	USO DE FUENTES DEPENDIENTES EN LOS CIRCUITOS DE DC.....	48
6	EJERCICIOS	51
6.1	Ejercicio: simulación de un circuito en continua con fuentes dependientes.	51
6.2	Ejercicio: simulación de un circuito en continua con fuentes dependientes.	51
	Se propone el cálculo teórico y la simulación mediante OrCAD del circuito de la figura 2-23. El objetivo es hallar la tensión V_0	51
	PRÁCTICA 3 ANÁLISIS MEDIANTE BARRIDO DC SWEEP	53
1	ANÁLISIS DC SWEEP: INTRODUCCIÓN.	55
2	SELECCIÓN DEL ANÁLISIS DC SWEEP.	55
3	VARIACIÓN DE UN SOLO PARÁMETRO: “BARRIDO DC SWEEP, PRIMARY SWEEP”	58
4	EJERCICIOS DE VARIACIÓN DE UN SOLO PARÁMETRO.....	62
4.1	Ejercicio 1: Barrido en I de una fuente de corriente.....	62
4.2	Ejercicio 2: Barrido en V de una fuente de tensión	62
4.3	Ejercicio 3: Barrido de una R.....	63
4.4	Ejercicio 4: Barrido de una R.....	65
5	VARIACIÓN DE DOS PARÁMETROS : “BARRIDO DC SWEEP, PRIMARY SWEEP AND SECONDARY SWEEP”	66
	PRÁCTICA 4 ANÁLISIS DE POTENCIA EN DC.....	69
1	BALANCE DE POTENCIAS EN DC CON EL ANÁLISIS BIAS POINT	71
2	EJERCICIOS DE BALANCE DE POTENCIAS EN DC CON EL ANÁLISIS BIAS POINT	74
2.1	Ejercicio 1.....	74
2.2	Ejercicio 2.....	74
3	BALANCE DE POTENCIAS EN DC CON EL ANÁLISIS TIME DOMAIN	75
4	EJERCICIOS DE BALANCE DE POTENCIA EN DC CON EL ANÁLISIS TIME DOMAIN	76
4.1	Ejercicio 1.....	76
5	MAXIMA TRANSFERENCIA DE POTENCIA: BARRIDO DE UNA RESISTENCIA	77
6	EJERCICIOS DE MAXIMA TRANSFERENCIA DE POTENCIA	79
6.1	Ejercicio 1.....	79
	PRÁCTICA 5 CIRCUITOS DE PRIMER ORDEN	81
1	INTRODUCCIÓN	83
2	CARGA DE UN CONDENSADOR	83
2.1	Ejercicio: Carga de C.	83
2.2	Ejercicio: Carga de C.	83
2.3	Ejercicio: Estudio de la constante de tiempo de carga.	84
3	DESCARGA DE UN CONDENSADOR	86
3.1	Ejercicio: Descarga de C.	86
4	CIRCUITO DE CARGA Y DESCARGA DE UN CONDENSADOR	86
4.1	Circuito de carga y descarga de un condensador con interruptores.....	86
4.2	Circuito de carga y descarga de un condensador mediante generador de tensión.	87
5	CARGA Y DESCARGA DE UNA BOBINA.	88
	PRÁCTICA 6 CIRCUITOS DE SEGUNDO ORDEN.....	89
1	INTRODUCCIÓN.....	91

2	EJERCICIOS: ESTUDIO DE LAS RESPUESTAS DE LOS CIRCUITOS RLC SERIE Y PARALELO.	93
2.1	Estudio de la respuesta de un circuito RLC serie.	93
2.2	Estudio de la respuesta de un circuito RLC paralelo.	94
	PRÁCTICA 7 ANÁLISIS DE CIRCUITOS EN AC	95
1	COMPORTAMIENTO DE R, L, Y C EN ALTERNA.	97
1.1	Comportamiento resistivo	97
1.2	Comportamiento inductivo	98
1.3	Comportamiento capacitivo	99
2.	ANÁLISIS DE CIRCUITOS EN ALTERNA: AC SWEEP.	100
2.1	Introducción.....	100
2.2	Ejemplo de análisis en alterna.	101
3	EJERCICIOS	107
3.1	Ejercicio: Análisis AC.	107
3.2	Ejercicio: Análisis AC.	108
3.3	Ejercicio: Análisis AC para varias frecuencias.	109
	ANEXO 1: INSTALACIÓN DE ORCAD EN WINDOWS.....	111
	ANEXO 2: MANUAL DE USO DE ORCAD	111
	BIBLIOGRAFÍA 113	

INTRODUCCIÓN

Este manual ofrece un conjunto de prácticas basadas en la simulación de circuitos con el programa *Orcad Demo*.

En la práctica 1 se describe el uso de las dos de las aplicaciones principales que componen el programa *OrCAD Demo* la aplicación *Capture*, utilizada para dibujar el circuito y señalar el tipo de análisis o simulación a realizar y la aplicación *PSpice AD*, que permite la visualización de los resultados obtenidos tras la simulación del circuito. Además, se describe paso a paso la construcción y simulación de un circuito simple de DC.

Las prácticas 2, 3 y 4 también se basan en circuitos de DC. La práctica 2 se centra en el cálculo de las tensiones de nodo e intensidades de rama mediante el análisis *Bias Point*. En la práctica 2 también se detalla el cálculo de la resistencia equivalente de un circuito y el uso de las fuentes dependientes. El análisis tipo Barrido *DC Sweep* se estudia en la práctica 3, que permite estudiar el comportamiento de un circuito para diferentes valores en los componentes. La práctica 4 trata del análisis de potencia en DC, para ello se utilizan los análisis *Bias Point* y *Time Domain*.

En las prácticas 5 y 6 se estudian los transitorios de 1^{er} y 2^o orden respectivamente. Para los circuitos de primer orden se pretende que el estudiante aprecie con detalle la carga y descarga de un condensador, utilizando para ello diversos tipos de circuitos (con interruptores y con generadores de pulsos), y en la práctica de segundo orden se presentan todos los tipos de respuesta tanto para el circuito RLC serie, como para el RLC paralelo, de forma que el alumno reconozca las distintas formas de onda que presenta cada tipo de respuesta.

Por último, en la práctica 7 se estudian los dos tipos de simulaciones que permiten el análisis de circuitos en AC: *Time Domain (Transient)* y *Análisis AC Sweep*.

PRÁCTICA 1

INTRODUCCIÓN AL PROGRAMA ORCAD. SIMULACIÓN DE UN CIRCUITO EN DC.

1 INTRODUCCIÓN AL PROGRAMA ORCAD

1.1 OrCAD Demo

OrCAD es un software comercial compuesto por una serie de herramientas que facilitan el diseño de circuitos electrónicos. *OrCAD* permite dibujar esquemas de circuitos eléctricos, realizar la simulación del comportamiento del circuito y obtener las placas del circuito impreso equivalente.

La versión de evaluación del programa *OrCAD*, se suele denominar *OrCAD demo*. Nosotros utilizaremos esta versión demo para realizar todas las prácticas de este manual.

La versión demo funciona de forma idéntica a la profesional, sólo que viene limitada por la librería de componentes (mucho menor que en la versión completa), por el número de componentes de los circuitos que puede simular y por ciertas opciones de simulación. (Ver las figuras 1-1a y 1-1b).

Limits of the Demo Version of OrCAD Products

The demo version of OrCAD products have the following limits with design size and complexity. If your design exceeds these limits, you will not be able to save your work or take your design through the flow.

Product	Limits in Demo Version
OrCAD Capture CIS Demo	<ul style="list-style-type: none"> ■ You cannot save designs that have more than 64 nets, including the hierarchical blocks in the design. You can still view or create larger designs. ■ You cannot save a design with more than 60 parts, including the hierarchical blocks in the design. You can still view or create larger designs. ■ You cannot have more than 10 parts in the Capture CIS database. ■ The Internet Component Assistant (ICA) tab in the CIS Explorer window opens the About ActiveParts page (www.activeparts.com) and not the component search page. ■ You cannot create parts with more than 14 pins. ■ You cannot save libraries with more than 15 parts. ■ The Capture FPGA flow is not available.

Figura 1-1a. Limitaciones en la versión OrCAD Capture CIS Demo.

PSpice A/D Demo

- Circuit simulation limited to circuits with up to 64 nodes, 20 transistors, two subcircuits or 65 digital primitive devices, and 10 transmission lines (ideal or non-ideal) with not more than four pairwise coupled lines.
- Device characterization and parameterized part creation using the PSpice Model Editor limited to diodes.
- Stimulus generation limited to sine waves (analog) and clocks (digital).
- Sample model library named eval.lib (containing analog and digital parts) and evalp.lib (containing parameterized parts) are provided.
- The library nomd.lib is configured for simulations. The nomd.lib file references the set of libraries that can be used with the demo version.
- You cannot simulate parameterized parts that are not from the evalp.lib library. This library consists of parametrized resistor, source, and diode.
- You cannot use Level 3 of Core model (Tabrizi), MOSFET BSIM 3.2, or MOSFET BSIM 4 models.
- Displays only simulation data created using the demo version of the simulator.
- Magnetic Parts Editor allows you to design power transformers only. The database shipped with Magnetic Parts Editor cannot be edited and contains a single core.
- The Model Import Wizard supports parts and simulation models that have a maximum of two pins or two terminals, respectively.

Figura 1-1b. Limitaciones en la versión PSpice A/D Demo

1.2 Elementos del OrCAD Demo

OrCAD está compuesto por varias aplicaciones. La figura 1-2 muestra las aplicaciones que se instalan si utilizamos la versión demo de *OrCAD*.

Para la realización de las prácticas utilizaremos sólo las aplicaciones “*OrCAD Capture CIS Demo*” (o simplemente “*Capture*”) y “*Pspice AD Demo*” (o simplemente *Pspice*).

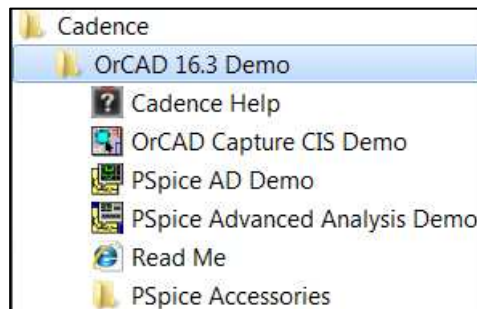


Figura 1-2. Aplicaciones del programa *OrCAD Demo*

1.3 OrCAD Capture CIS demo

Capture es la aplicación que nos permite la creación de circuitos electrónicos, tanto analógicos como digitales y mixtos, en un entorno gráfico.

Para acceder a esta aplicación, debemos seleccionar el icono *OrCAD Capture CIS Demo*, situado en el paquete de programas de *OrCAD*.

El inicio de una sesión de trabajo lo podemos llevar a cabo mediante la opción *New* del menú *File*, si lo que queremos es crear un nuevo trabajo. O bien mediante la opción *Open* del mismo menú para abrir un fichero ya existente. Cualquiera de estas dos opciones dará paso a la página de *OrCAD Capture*, donde procederemos al diseño del circuito. Una vez abierta la sesión, la ventana principal aparece como se muestra en la figura 1-3.

En esta figura podemos apreciar las distintas partes en que se divide la ventana de trabajo: barra de menús, barra de herramientas, ventana *Session Log* (ofrece información acerca del desarrollo de la sesión de trabajo), librería de los archivos relacionados con el proyecto y la página de diseño de esquemático (donde realizamos el diseño gráfico de nuestro circuito).

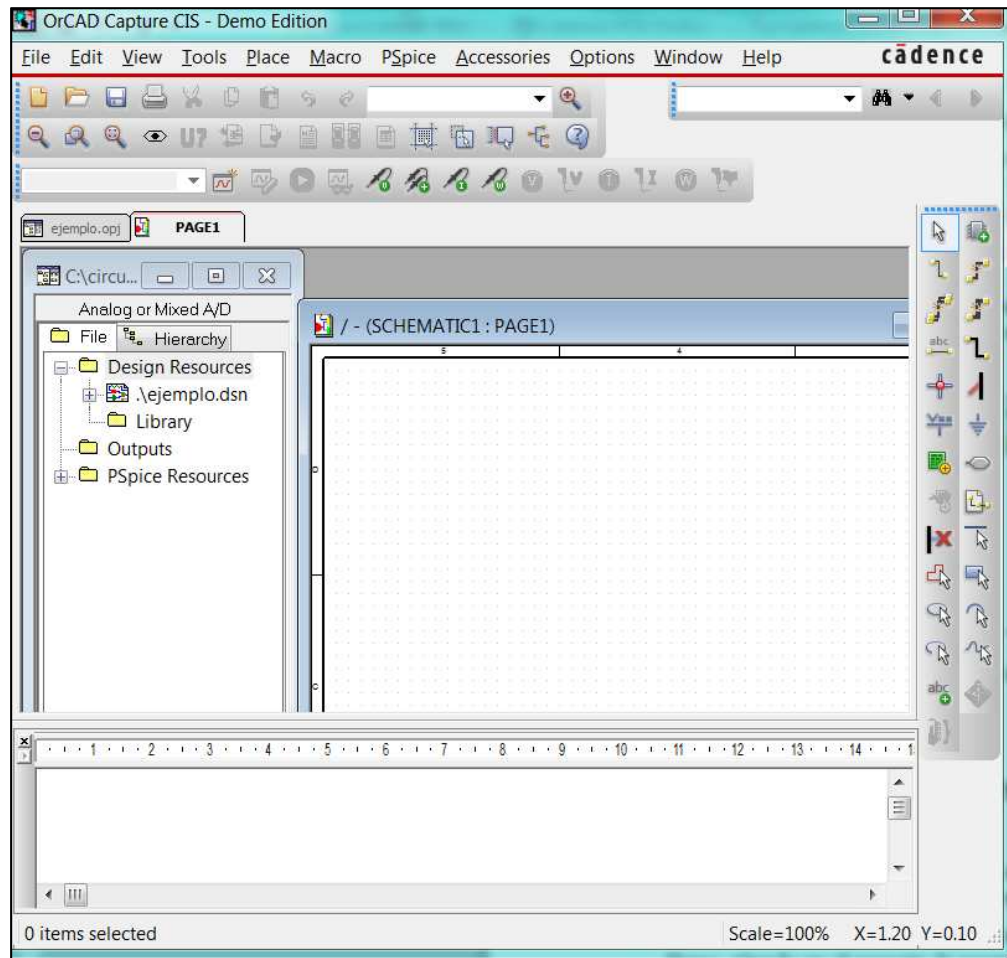


Figura 1-3 OrCAD Capture CIS Demo

1.4 Pspice AD Demo

Pspice AD Demo (o simplemente *PSpice*) es la aplicación que nos permite visualizar las señales y formas de onda que tienen lugar en cualquier punto del circuito tras la simulación. Su funcionamiento es como el de cualquier osciloscopio de laboratorio.

Se puede acceder de distintas formas a esta aplicación:

- A través del icono correspondiente a la aplicación, situado en el grupo de programas *OrCAD* bajo el nombre de *Pspice AD Demo*.
- A través del icono de la aplicación disponible en *Capture*.
- Automáticamente cuando se simula un circuito desde *Capture*.
- A través de la opción del menú desplegable *PSpice* en la aplicación *Capture*, seleccionando *View Simulation Results*.

En la figura 1-4 se muestra la pantalla principal de *PSpice*. Como puede observarse consta de los elementos básicos de cualquier aplicación bajo entorno Windows (barra de menús, barra de herramientas...).

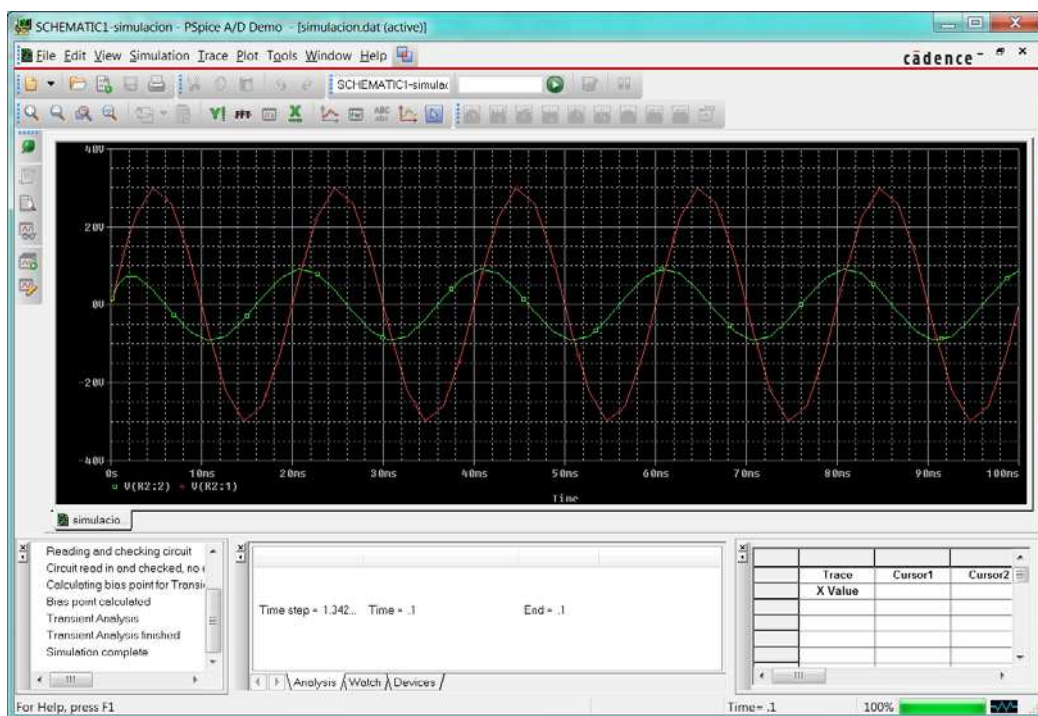


Figura 1-4. Pantalla principal de PSpice AD Demo.

2 SIMULACIÓN DE UN CIRCUITO EN DC

2.1 Creación de una carpeta de trabajo

La primera tarea que debemos realizar antes de empezar a trabajar con el programa *OrCAD* es la creación de una carpeta dentro del sistema de archivos del ordenador, donde se guardarán todos los ficheros relacionados con las simulaciones de los circuitos.

Por ejemplo, en nuestro caso, crearemos una carpeta en la partición de C:\ y la denominaremos “*circuitos*”.

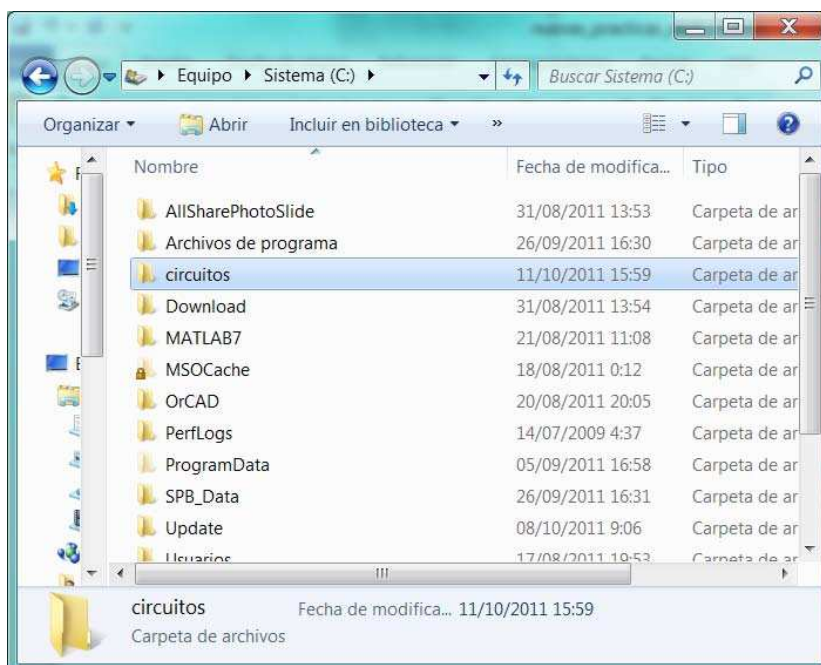


Figura 1-5. Creación de una carpeta de trabajo: “C:\circuitos”

Todos los proyectos de simulación que realicemos se guardarán dentro de esta carpeta. Evidentemente, podremos copiar esta carpeta a un dispositivo externo de almacenamiento, como una memoria externa, y así podremos abrir todos nuestros proyectos de *OrCAD* en cualquier otro ordenador.

2.2 Creación de un nuevo proyecto de simulación: circuito divisor de tensión resistivo.

En este apartado vamos a describir paso a paso como crear un proyecto de simulación con OrCAD. El circuito que vamos a simular es el siguiente divisor de tensión resistivo:

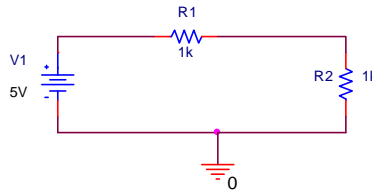


Figura 1-6. Circuito divisor de tensión resistivo.

Para crear un nuevo proyecto donde realizar la simulación de un circuito, los pasos a seguir son los siguientes:

PASO 1: Selección de la aplicación Capture.

El primer paso a realizar es abrir la aplicación *Capture*:

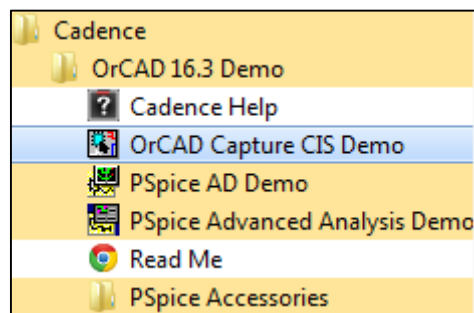


Figura 1-7. Lista con todos los programas de OrCAD. La aplicación que debemos abrir es OrCAD Capture CIS Demo.

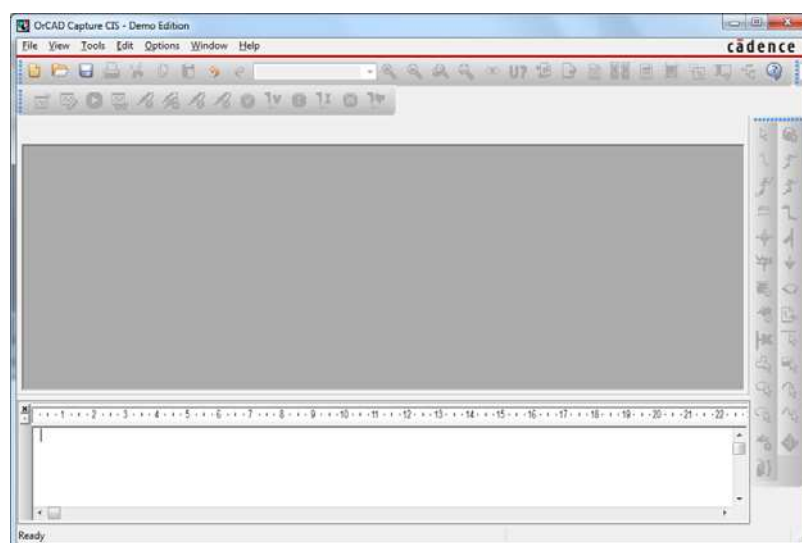


Figura 1-8. Aplicación OrCAD Capture CIS Demo.

PASO 2: Creación de un proyecto nuevo.

Seleccionad del menú *File*, la opción *New>>Project*; de manera que automáticamente aparecerá la ventana de diálogo de la figura 1-10.

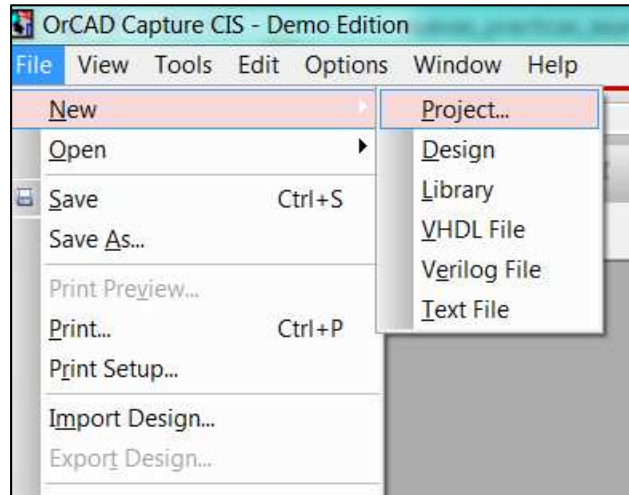


Figura 1-9. Nuevo proyecto.

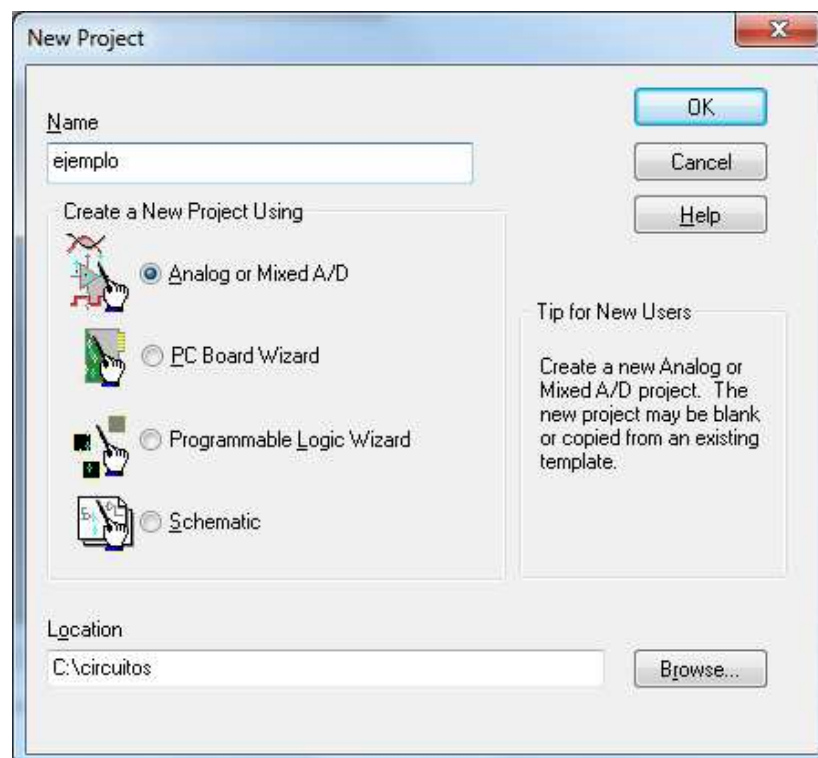


Figura 1-10. Ventana de diálogo que selecciona el tipo de proyecto a crear.

En la ventana de diálogo de la figura 1-10 aparecen 4 tipos de proyectos, en nuestro caso siempre se marcará la opción **Analog or Mixed A/D**.

En la casilla de **Name** debemos escribir el nombre del proyecto (*ejemplo*) y en **Location**, la carpeta que hemos creado en el apartado 1.2.1. En esa carpeta se guardarán automáticamente todos los archivos que genera *OrCAD Demo* asociados a un proyecto de simulación.

Tras pulsar el botón de OK, aparecerá la ventana de diálogo de la figura 1-11 que nos pregunta si queremos crear un proyecto totalmente nuevo o bien a partir de algún diseño anterior. Seleccionaremos *Create a blank project*, para crear un proyecto nuevo.

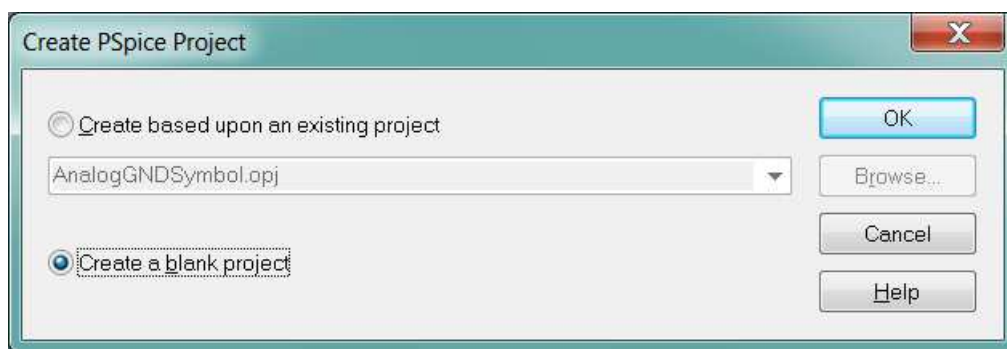


Figura 1-11. Crear un proyecto nuevo.

Y tras dar al botón de OK de la figura 1-11, se abrirá automáticamente una página donde construiremos el circuito.

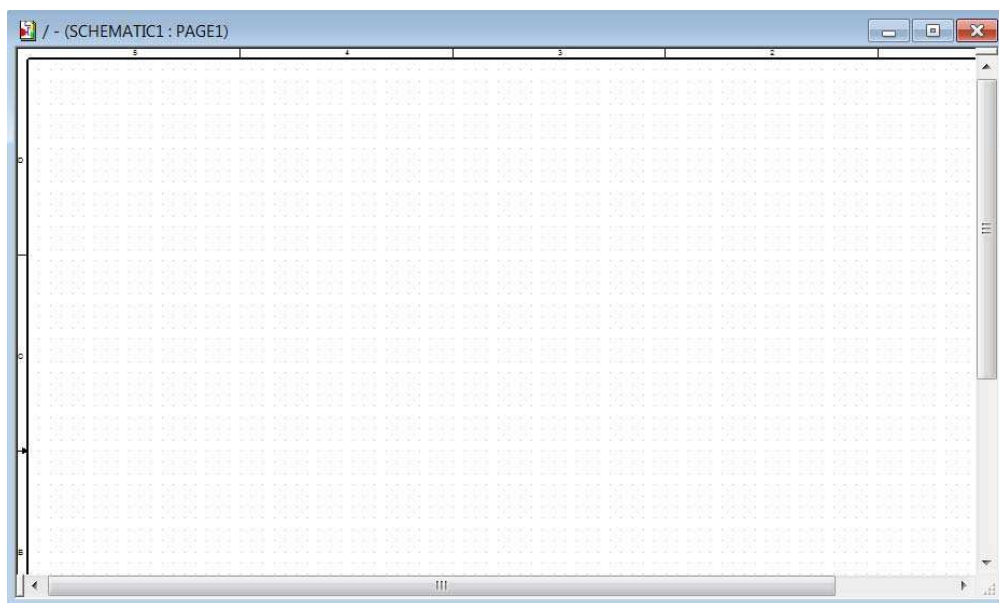



Figura 1-12. Página donde se sitúan los componentes del circuito.

PASO 3: Selección y posicionamiento de los componentes del circuito.

Colocad los componentes del circuito (las dos resistencias, la fuente de tensión y la tierra). Para ello, se debe pulsar el botón *Place Part* , situado en la barra vertical denominada *Draw* que se muestra de manera completa en la figura 1-13; o bien, mediante el menú *Place >> Part* (figura 1-14).

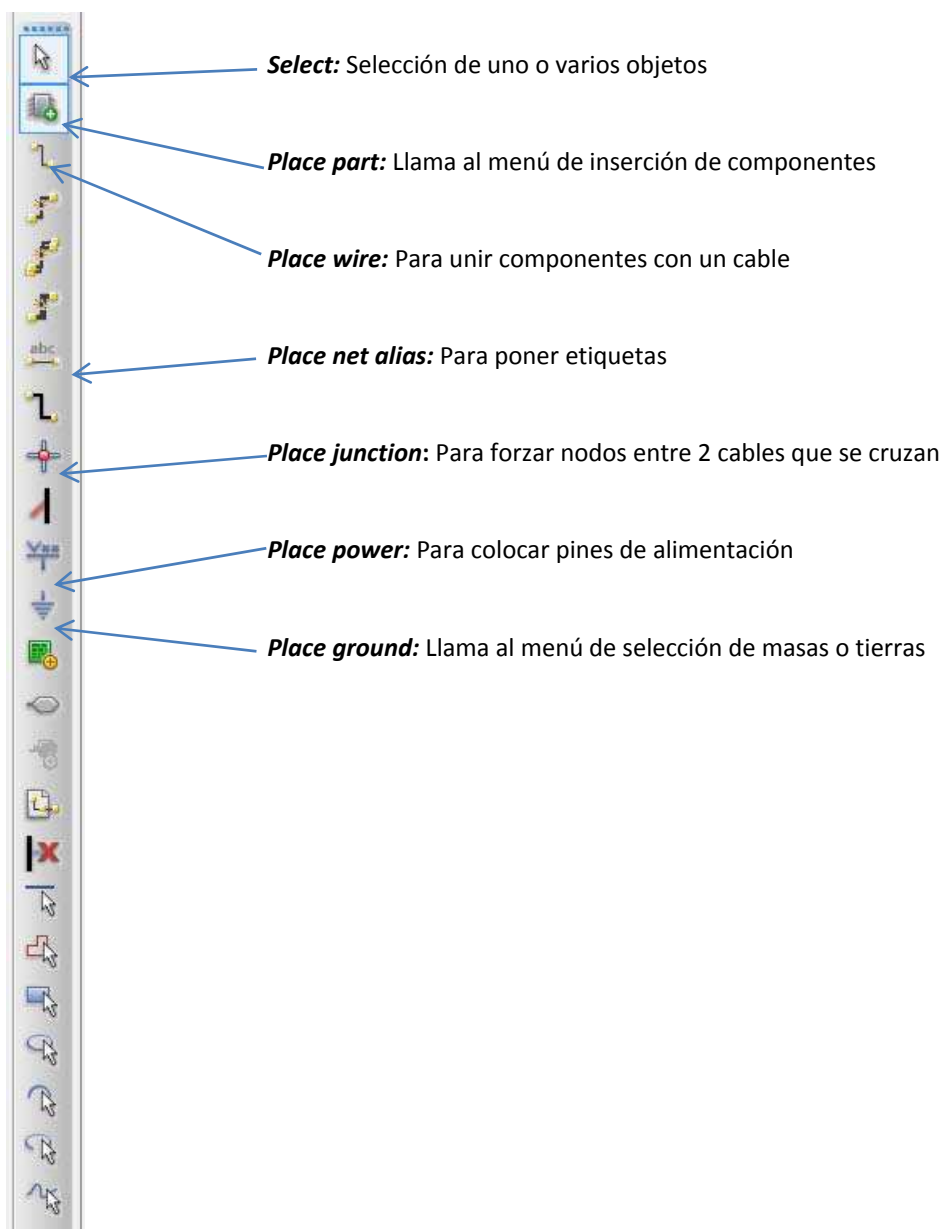


Figura 1-13. Barra "Draw".

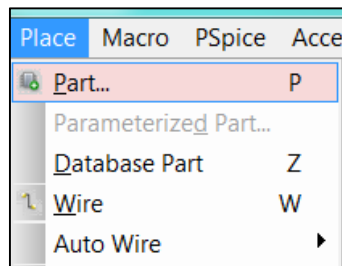


Figura 1-14. Place part.

De esta manera, se abrirá una ventana desde donde es posible acceder a las librerías de los componentes electrónicos (resistencias, fuentes, ...).

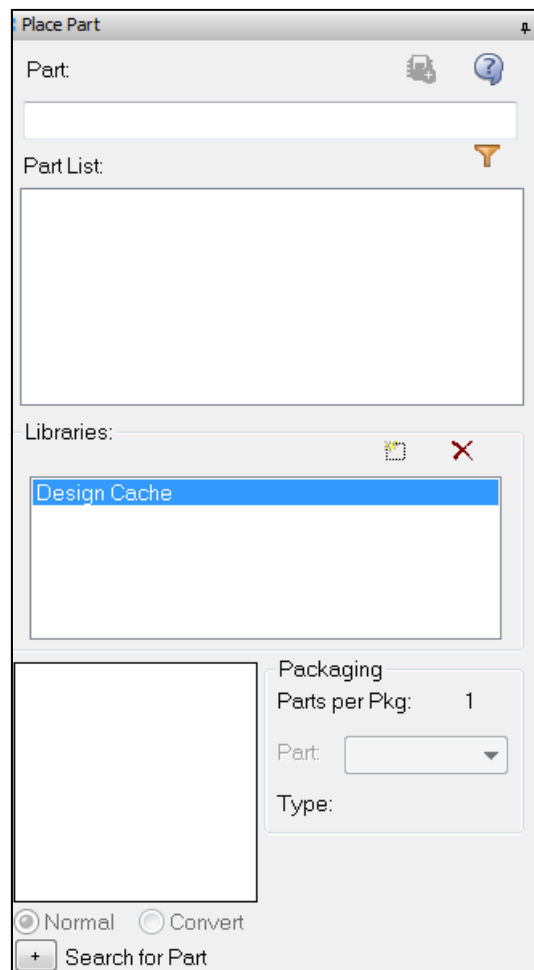


Figura 1-15. Ventana "Place Part".

En la primera ocasión que se utilice el programa OrCAD no habrá ninguna librería de componentes en la ventana *Place Part* (figura 1-15), y por tanto, habrá que añadirlas. Esto se consigue pulsando en el botón *Add Library* (figura 1-16), que nos abrirá automáticamente un navegador de archivos (figura 1-17) que nos permitirá seleccionar las librerías que nos interesen. Para realizar esta práctica, sólo es necesario añadir las librerías ***analog.olb*** y ***source.olb***.

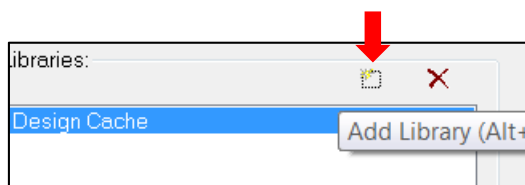


Figura 1-16. Add Library.

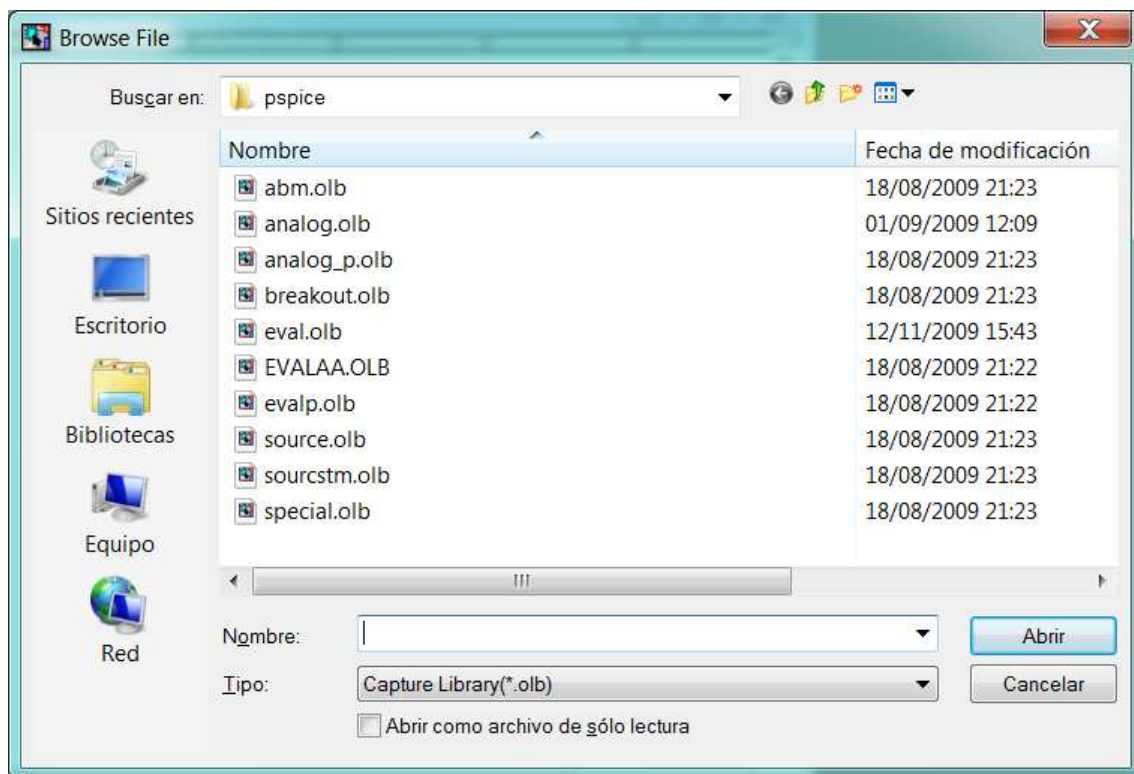


Figura 1-17. Librerías de componentes

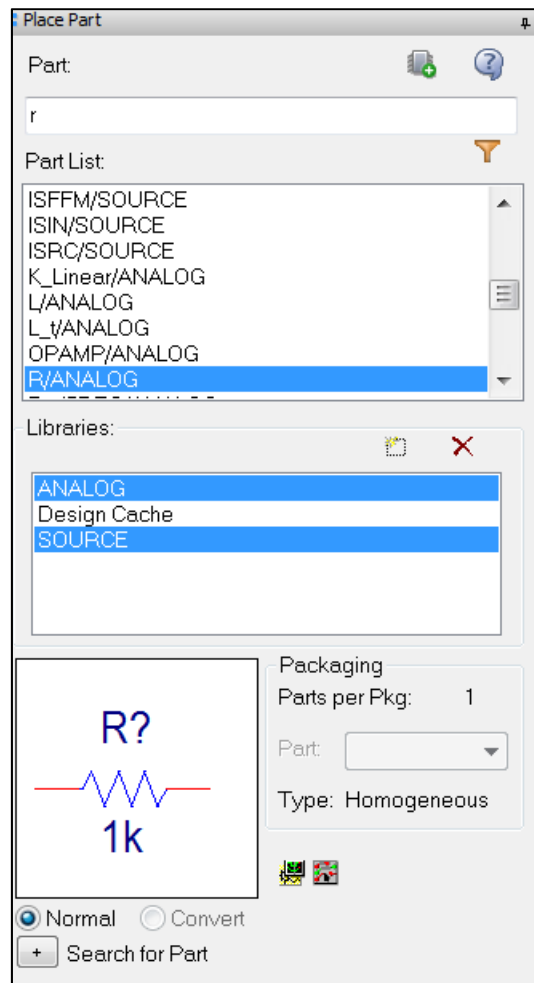



Figura 1-18. Ventana "Place part" con las librerías añadidas.

A continuación, para construir o dibujar el circuito, simplemente debemos ir seleccionando uno a uno los componentes y colocarlos sobre la página de diseño. Se deben colocar dos resistencias, una fuente de tensión y una toma de tierra.

Las resistencias se denominan **R** y las fuentes de tensión de continua, **VDC**. Dejaremos el valor por defecto de la resistencia ($1k\Omega$), pero modificaremos el valor de la fuente de tensión para que sea de 5V.

Si queremos rotar algún componente, por ejemplo, la resistencia R2, debemos seleccionarlo y pulsar la tecla "R" o bien mediante la opción de menú *Edit >> Rotate*.

La toma de tierra se selecciona desde el botón *Place Ground*, , y se denomina 0.

La figura 1-20 muestra todos los componentes del circuito sobre la página de diseño.

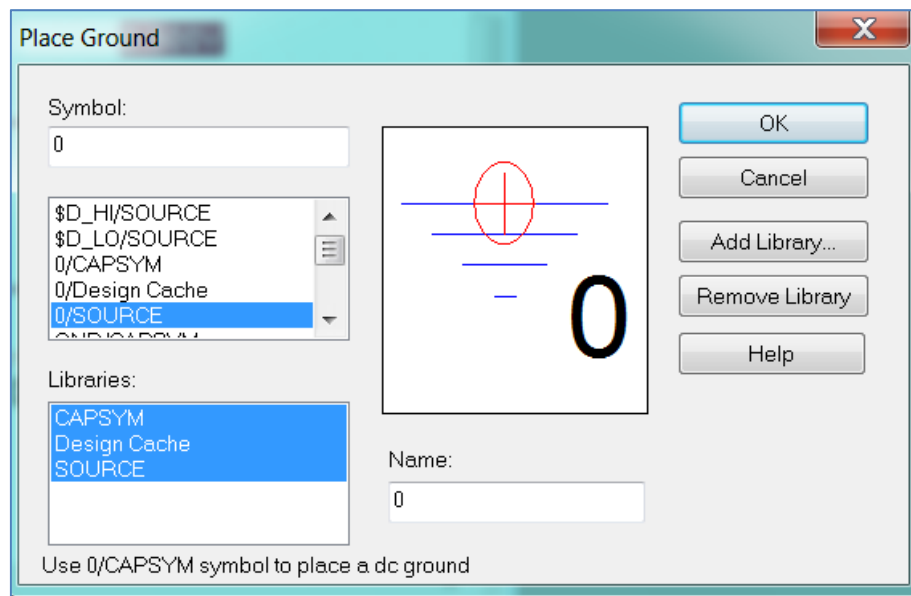


Figura 1-19. Ventana "Place Ground", donde se encuentra la toma de tierra (0).

IMPORTANTE: Aunque existen muchos elementos que simbolizan la masa o toma de tierra del circuito, para poder realizar el proceso de simulación del circuito correctamente, debemos emplear únicamente el componente denominado **0**.

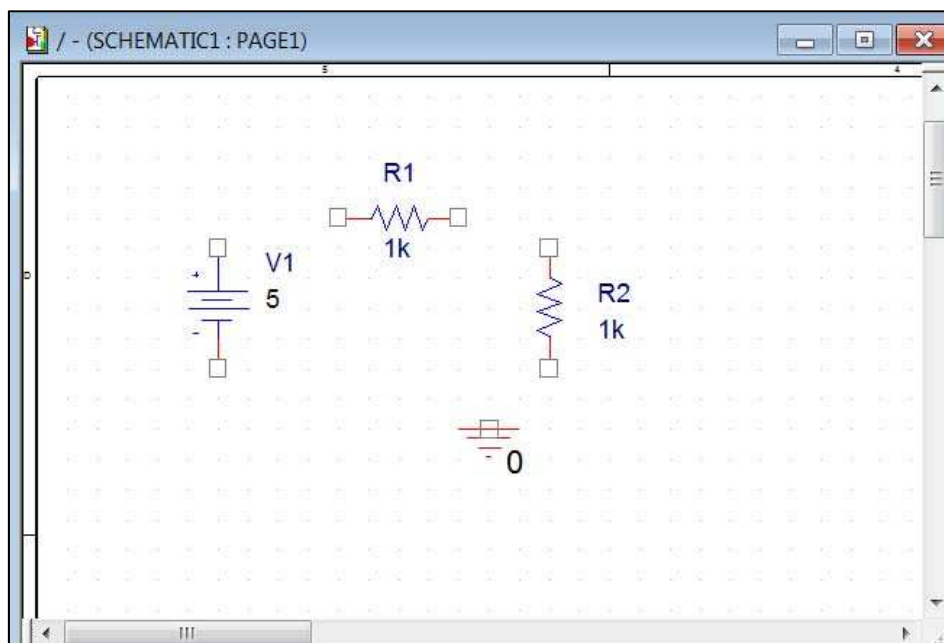



Figura 1-20. Componentes del circuito sobre la página de diseño.

PASO 4: Conexión de los componentes.

Una vez posicionados los elementos en el área de trabajo, hay que conectar estos elementos para que formen un circuito eléctrico. Hay varias formas de conectar los diferentes elementos del circuito: o bien mediante la opción Wire del menú Place o bien mediante la pulsación del

botón  o bien mediante la pulsación de la tecla W, de cualquiera de estas formas entramos en el modo de cableado que el programa lo indica sustituyendo el cursor normal del ratón por uno en forma de cruz.

Una vez que estamos en el modo cableado, para conectar los distintos elementos entre sí simplemente hay que clicar sobre los terminales de los componentes.

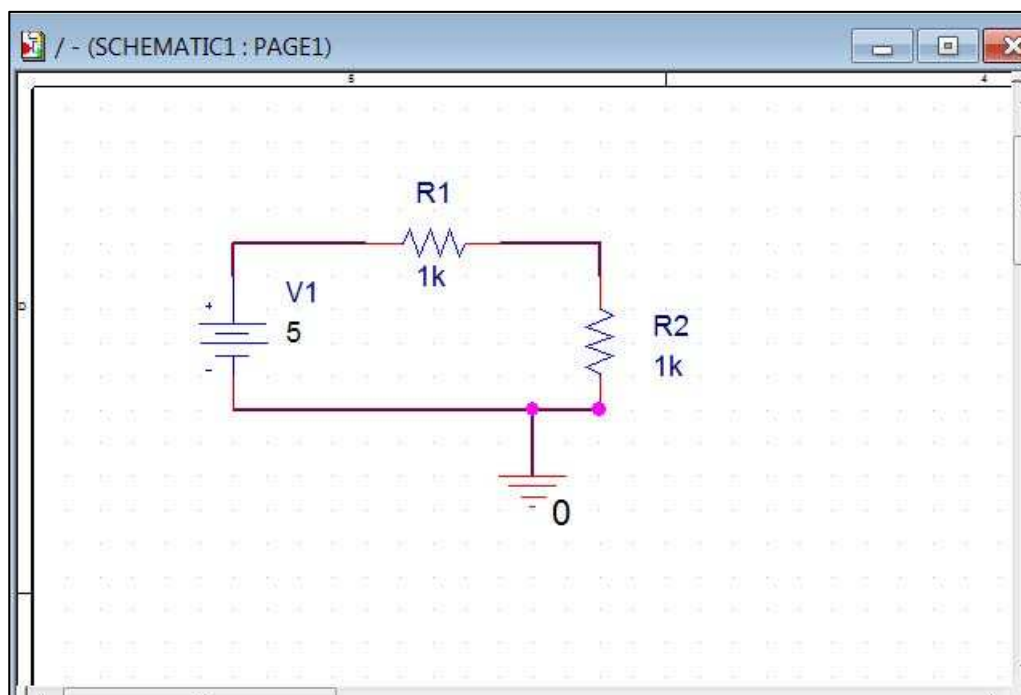



Figura 1-21. Componentes del circuito conectados.

PASO 5: Simulación.

Una vez dibujado el circuito como se muestra en la figura 1-21 ya estamos en condiciones de seleccionar el tipo de análisis y realizar la simulación del mismo.

En este ejemplo vamos a configurar la simulación para que se haga un análisis *Bias Point*, es decir, un análisis en continua. Para ello o bien seleccionamos *Pspice >> New Simulation Profile* o bien pulsamos sobre el botón  y aparecerá la ventana de la figura 1-22 donde se seleccionará la opción **Bias Point**.

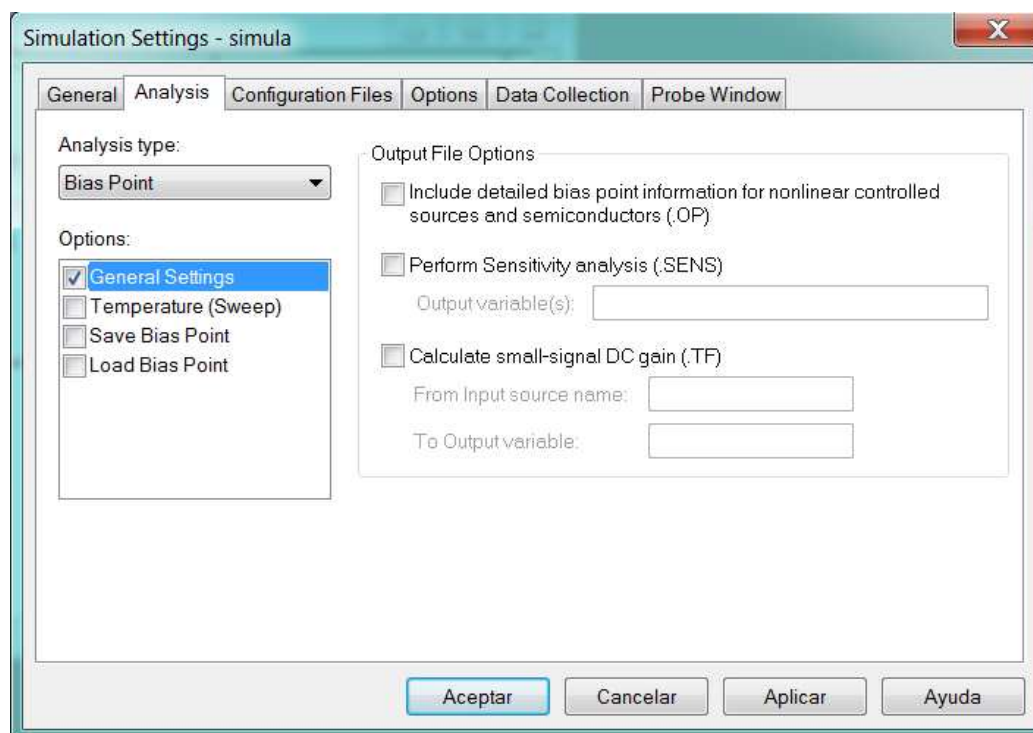



Figura 1-22. Ventana de diálogo de configuración de análisis. Seleccionamos el análisis *Bias Point*.

Una vez hecho esto se realiza la simulación del circuito mediante la opción *PSpice >> Run* o bien pulsando el botón  de la barra de herramientas o la tecla F11. El programa ejecuta la simulación y se abrirá la aplicación *PspiceAD* pero la ventana del osciloscopio permanecerá vacía.

Las corrientes de los componentes y las tensiones de nodo se pueden visualizar mediante la pulsación de los siguientes botones:



Figura 1-23. Botones de V e I, para visualizar las tensiones en los nodos y las corrientes en los componentes.

El resultado de la simulación se muestra en la siguiente figura:

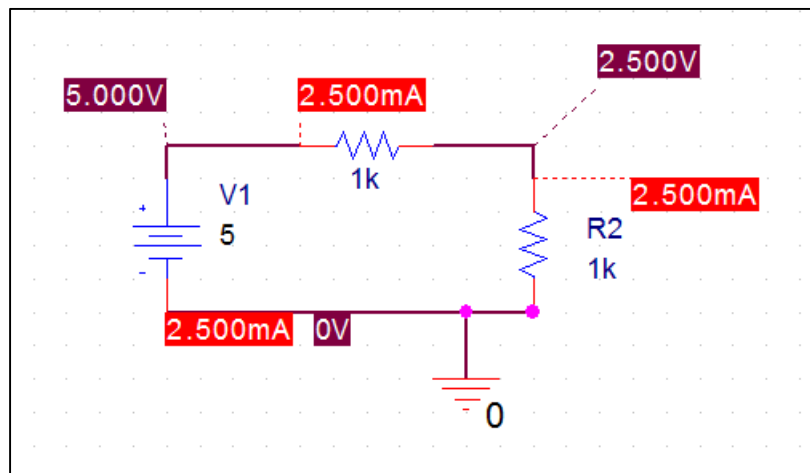


Figura 1-24. Resultados de la simulación del circuito.

2.3 Output File.

Desde la aplicación *PspiceAD* podemos acceder al fichero *.OUT (Output File)* de nuestro proyecto donde aparece mucha información sobre la simulación realizada:

- nomenclatura de los nodos,
- valores de tensión y corriente,
- tipo de simulación
- errores en la interconexión de los componentes o la definición de los atributos.

```

**** 10/13/11 18:59:03 ***** PSpice Lite (June 2009) ***** ID# 10813 ****
** Profile: "SCHEMATIC1-simula" [ C:\circuitos\ejemplo-PSpiceFiles\SCHEMATIC1\simula.sim ]
****      CIRCUIT DESCRIPTION
*****

** Creating circuit file "simula.cir"

** WARNING: THIS AUTOMATICALLY GENERATED FILE MAY BE OVERWRITTEN BY SUBSEQUENT
SIMULATIONS

*Libraries:
* Profile Libraries :
* Local Libraries :
*          From          [PSPICE          NETLIST]          section          of
C:\OrCAD\OrCAD_16.3_Demo\tools\PSpice\PSpice.ini file:
.lib "nomd.lib"

*Analysis directives:
.TRAN  0 1000ns 0
.PROBE V(alias(*)) I(alias(*)) W(alias(*)) D(alias(*)) NOISE(alias(*))
.INC "..\SCHEMATIC1.net"

**** INCLUDING SCHEMATIC1.net ****
* source EJEMPLO
R_R1      N00108 N00115  1k TC=0,0
V_V1      N00108 0 5
R_R2      0 N00115  1k TC=0,0

**** RESUMING simula.cir ****
.END

```

```

**** 10/13/11 18:59:03 ***** PSpice Lite (June 2009) ***** ID# 10813 ****

**      Profile:      "SCHEMATIC1-simula"          [      C:\circuitos\ejemplo-
PspiceFiles\SCHEMATIC1\simula.sim ]

****      INITIAL TRANSIENT SOLUTION          TEMPERATURE =    27.000 DEG C
*****

      NODE      VOLTAGE      NODE      VOLTAGE      NODE      VOLTAGE      NODE      VOLTAGE
(N00108)      5.0000 (N00115)      2.5000

      VOLTAGE SOURCE CURRENTS
      NAME          CURRENT

      V_V1          -2.500E-03

      TOTAL POWER DISSIPATION    1.25E-02    WATTS

      JOB CONCLUDED

**** 10/13/11 18:59:03 ***** PSpice Lite (June 2009) ***** ID# 10813 ****

**      Profile:      "SCHEMATIC1-simula"          [      C:\circuitos\ejemplo-
PspiceFiles\SCHEMATIC1\simula.sim ]

****      JOB STATISTICS SUMMARY
*****

      Total job time (using Solver 1)    =          .08

```

Figura 1-25. Output file.

Un error muy común es olvidarnos de colocar la toma de tierra de nuestro circuito, o bien dejar algún componente sin conectar. En ese caso, la simulación no se realiza correctamente y hay un aviso de un error de “Node is floating”. En este caso, podemos acudir al fichero Output, para ver en qué nodo o en qué componente tenemos este error de conexión.

```

39 ERROR -- Node N00108 is floating
40 ERROR -- Node N00115 is floating
41 ERROR -- Node N00134 is floating?

```

Figura 1-26. Error de “Node is floating”

2.4 Librerías de componentes

En cada librería se agrupan un tipo de componentes, las librerías más utilizadas y que emplearemos a lo largo de las prácticas de este manual son:

- ANALOG → resistencias, bobinas, condensadores,...
- BREAKOUT → modelos de componentes ideales: diodos, transistores, operacionales,...
- EVAL → modelos de componentes reales: diodos, transistores, operacionales, puertas lógicas digitales...
- SOURCE → fuentes de alimentación de tensión, de corriente, AC, DC,...
- SPECIAL → componentes especiales (p.ej. *PARAM*, que utilizaremos junto con el análisis parámetro en posteriores prácticas)

2.5 Atributos de los componentes

En este apartado explicaremos una serie de conceptos sobre los elementos que componen un circuito.

Todos los elementos que forman un circuito constan de un **símbolo**, una serie de **atributos** (distintos según el tipo de componente) y un **part name**, que es el nombre o combinación de caracteres con que podemos encontrar un determinado componente en las librerías del programa.

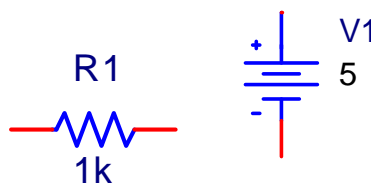


Figura 1-27. Detalle de los elementos que forman un circuito con algunos de sus atributos visibles.

Por ejemplo, en el caso de una resistencia, su símbolo es una línea en zigzag, sus atributos son el nombre con que se designa a esta resistencia dentro del circuito (por ejemplo R1) y su valor en ohmios (1k), y su *part name* es R.

Para una fuente de tensión en continua, su símbolo es el que se muestra en la figura 1-27, sus atributos son el nombre con que se designa a esta fuente dentro del circuito (por ejemplo V1) y su valor en voltios (5), y su *part name* es VDC.

Cuando situamos un elemento en el esquema del circuito no aparecen siempre todos los atributos del elemento. Si queremos modificar sus atributos debemos hacer doble click en el elemento y aparecerá una tabla (*Property Editor*) donde podemos cambiar cualquier atributo y seleccionar si queremos que aparezca en el esquema o no. En la figura 1-28 se aprecian parte de los atributos asociados a una resistencia.

En prácticas posteriores será necesario utilizar este editor de atributos para modificar algunos de los parámetros de los elementos del circuito.

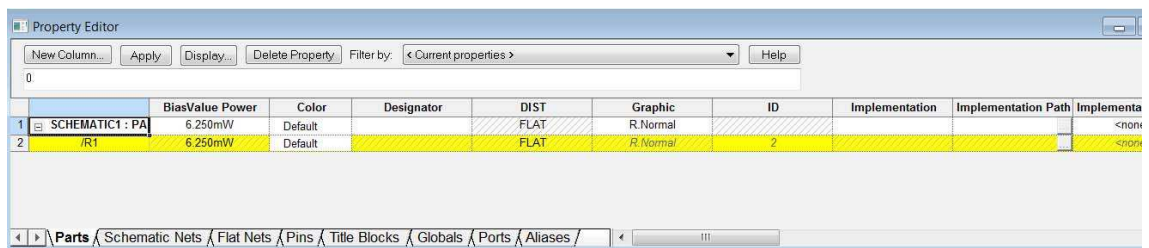


Figura 1-28. Detalle de los atributos de una resistencia (*Property Editor*).

3 EJERCICIOS: CÁLCULO DE TENSIONES Y CORRIENTES EN CIRCUITOS DC

En este apartado se proponen tres ejercicios de simulación de circuitos en DC para que el alumno practique la construcción de un circuito en Orcad y la realización del análisis Bias Point.

3.1 Ejercicio 1

Dibuja y simula mediante un análisis *Bias Point* el siguiente circuito:

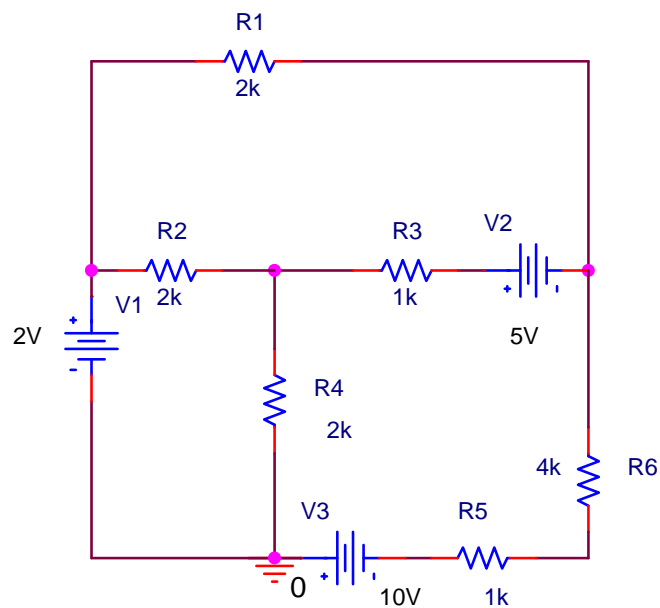


Figura 1-29. Circuito del ejercicio 1.

3.2 Ejercicio 2

Encuentra el valor de la corriente a través de la resistencia R3 mediante un análisis *Bias Point* :

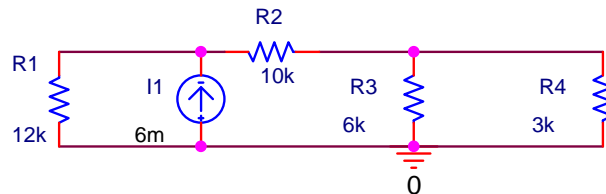


Figura 1-29. Circuito del ejercicio 2.

3.3 Ejercicio 3

Calcula las tensiones en los nodos del siguiente circuito mediante un análisis *Bias Point*:

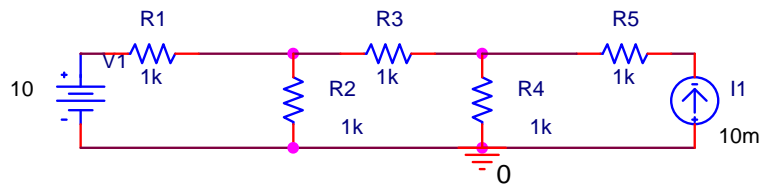


Figura 1-29. Circuito del ejercicio 3.

PRÁCTICA 2

ANÁLISIS DE CIRCUITOS EN DC

1 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE NODO E INTENSIDADES DE RAMA.

En *OrCAD*, para calcular las tensiones en los nodos y las corrientes por los componentes eléctricos en los circuitos de continua es posible utilizar dos tipos de análisis: *Bias Point* y *Time Domain (Transient)*.

El análisis *Bias Point* se utilizó en la Práctica 1. El análisis *Bias Point* realiza el cálculo del punto de trabajo del circuito, por tanto proporciona el valor de la tensión en los nodos del circuito, la intensidad a través de los componentes (corrientes de rama) y la potencia total disipada.

El análisis *Time Domain(Transient)* se utiliza para estudiar el comportamiento del circuito a lo largo del tiempo. En los circuitos de continua (DC), las corrientes y las tensiones son constantes a lo largo del tiempo, pero este análisis también nos sirve para hallar las tensiones en los nodos y las intensidades en los componentes.

Para seleccionar el análisis *Time Domain(Transient)* seleccionaremos la opción *Time Domain(Transient)* en la ventana de *Simulation Settings*:

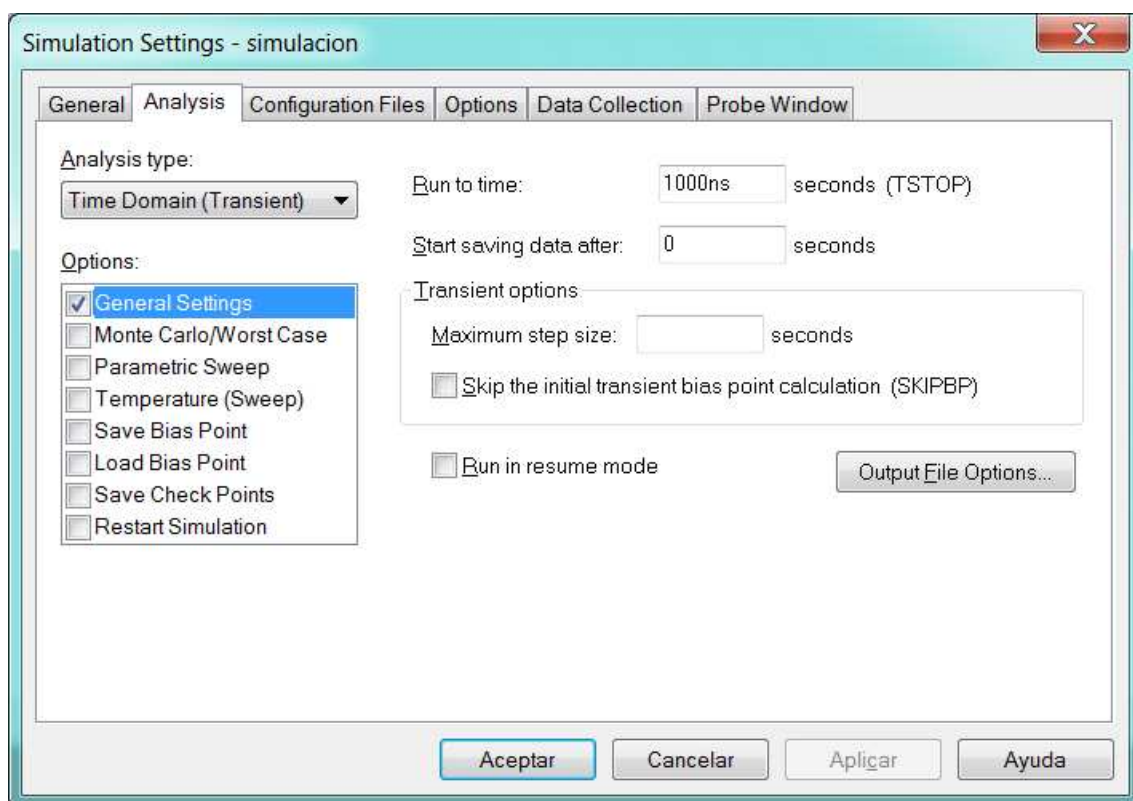


Figura 2-1. Ventana de diálogo de configuración de análisis.

En el campo *Run to time* hay que escribir el tiempo de duración de la simulación (en segundos), por defecto la simulación se realiza durante 1000 nanosegundos. Para los circuitos de DC, con ese tiempo es suficiente. El resto de campos, *Start saving data after* y *Transient options* no es necesario modificarlos para la simulación de los circuitos en DC. En prácticas posteriores se analizará con más detalle la función que desempeñan estos parámetros.

Una vez hecho esto se realiza la simulación del circuito mediante la opción *PSpice >> Run* o bien pulsando el botón *Run* de la barra de herramientas:



Figura 2-2. Botón "Run".

El programa ejecuta la simulación y abrirá la aplicación PspiceAD , donde aparecerá la ventana del osciloscopio. Las tensiones y las corrientes del circuito simulado se pueden visualizar en el osciloscopio mediante el uso de marcadores de tensión y corriente. Estos marcadores son accesibles desde los siguientes botones:

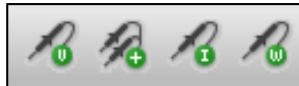


Figura 2-3. Marcadores de tensión y corriente para la simulación "Time Domain" accesibles desde la barra de botones.

Comenzando por la izquierda, el primer marcador mide la tensión respecto a la masa del circuito; el segundo es un marcador de tensión diferencial, es decir, mide la tensión entre dos nodos cualesquiera del circuito; el tercer marcador mide la corriente por un componente, y para colocarlo en el circuito hay que pulsar sobre uno de los extremos del componente y el último; y por último, el cuarto marcador mide la potencia de un componente.

También se accede los marcadores desde el menú *PSpice >> Markers*.

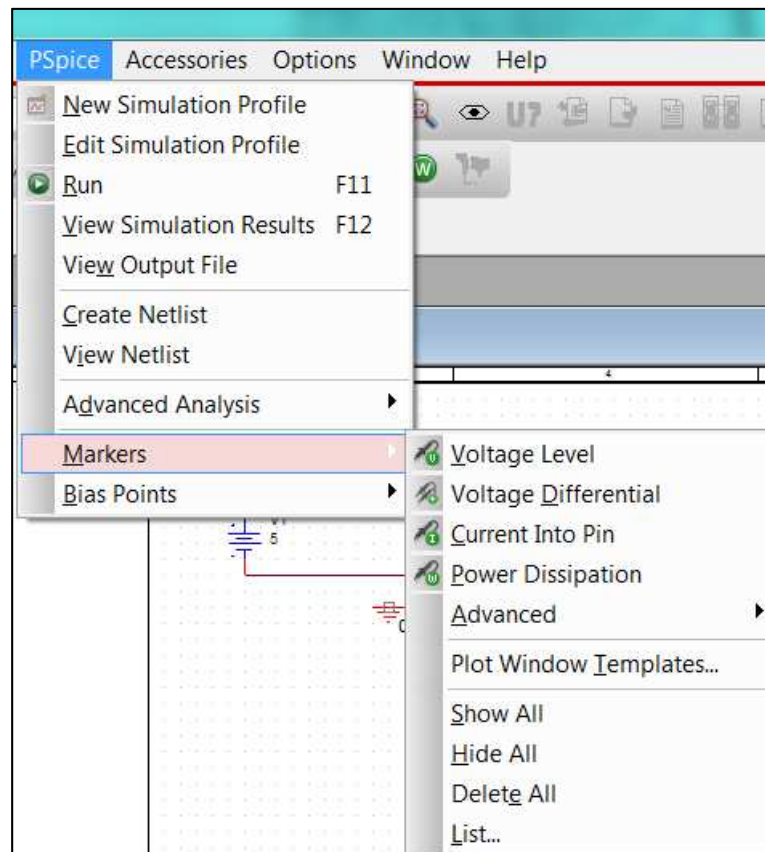


Figura 2-4. Marcadores de tensión y corriente para la simulación “Time Domain” accesibles desde los menús superiores.

Por ejemplo, en el siguiente circuito divisor de tensión resistivo, se han colocado dos marcadores de tensión en los nodos A y B:

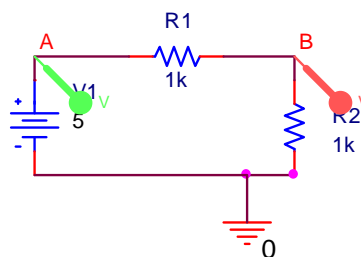


Figura 2-5. Circuito divisor de tensión resistivo.

De esta forma, en la ventana del osciloscopio veremos representadas las tensiones en los nodos etiquetados como A y B (las tensiones son V(A) y V(B)).

Los nodos pueden etiquetarse mediante la función *Place >> Net alias* o pulsando el botón:



Figura 2-6. Botón "Place Net Alias"

También es posible ver los valores de tensión en los nodos y las corrientes del circuito desde la aplicación *PspiceAD*, mediante la opción *Trace >> Add Trace* o pulsando el botón



Figura 2-7. Botón "Add Trace"

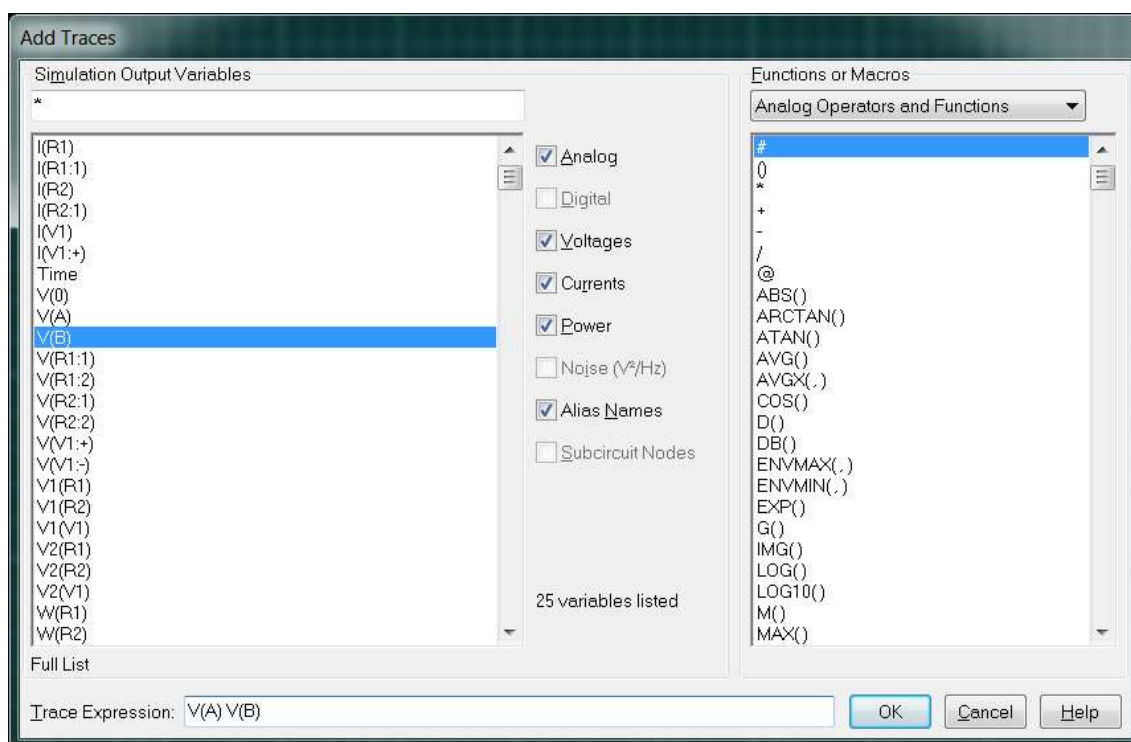


Figura 2-8. Ventana de diálogo "Add Traces".

En el campo *Trace Expression* escribiremos las tensiones o corrientes que queremos visualizar en el osciloscopio. También es posible ver funciones u operaciones entre varias magnitudes utilizando los operadores de la derecha de la ventana.

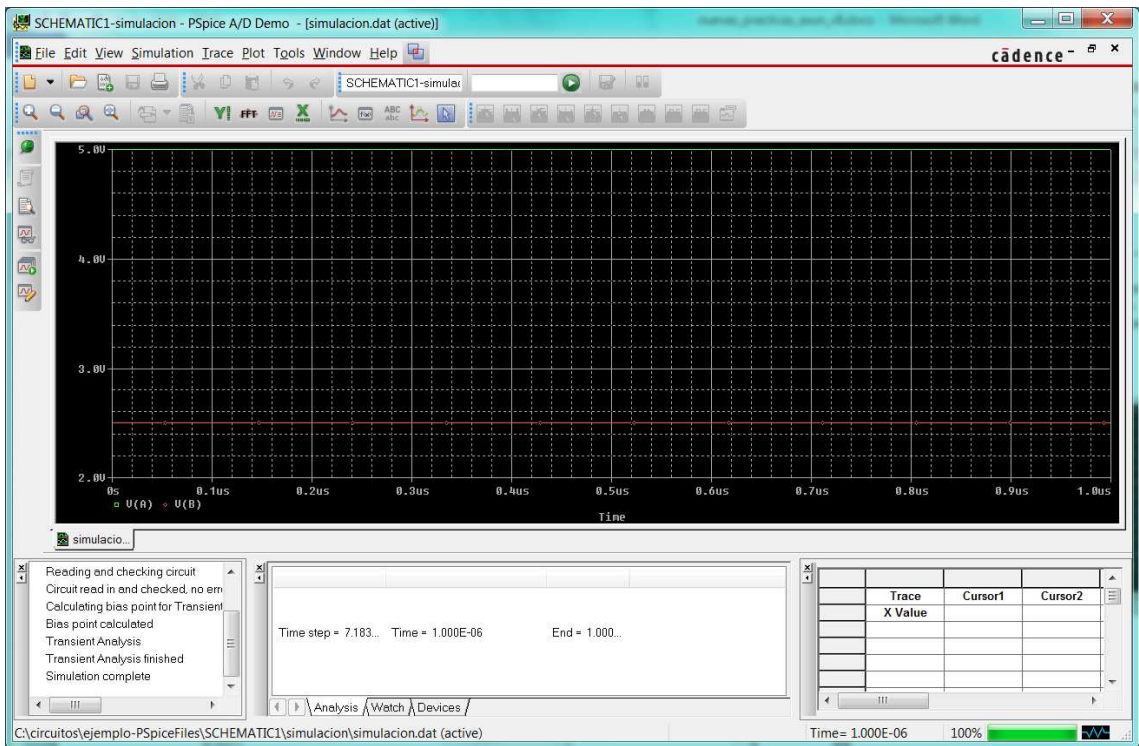


Figura 2-9. Resultados en el osciloscopio.

2 EJERCICIOS

2.1 Ejercicio: cálculo de las tensiones de nodo e intensidades de rama.

Calcula las tensiones de nodo e intensidades de rama del siguiente circuito utilizando el análisis *Bias Point* o el análisis *Time Domain (Transient)*:

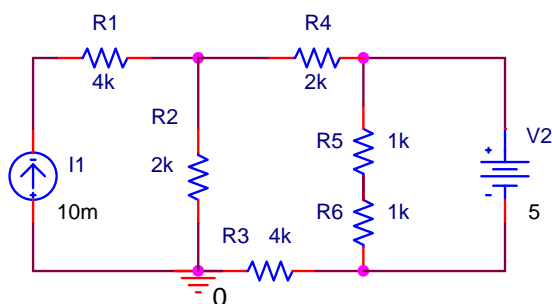


Figura 2-10. Circuito ejercicio 2.1.1.

2.2 Ejercicio: cálculo de las tensiones de nodo e intensidades de rama.

Calcula las tensiones de nodo e intensidades de rama del siguiente circuito utilizando el análisis *Bias Point* o el análisis *Time Domain (Transient)*:

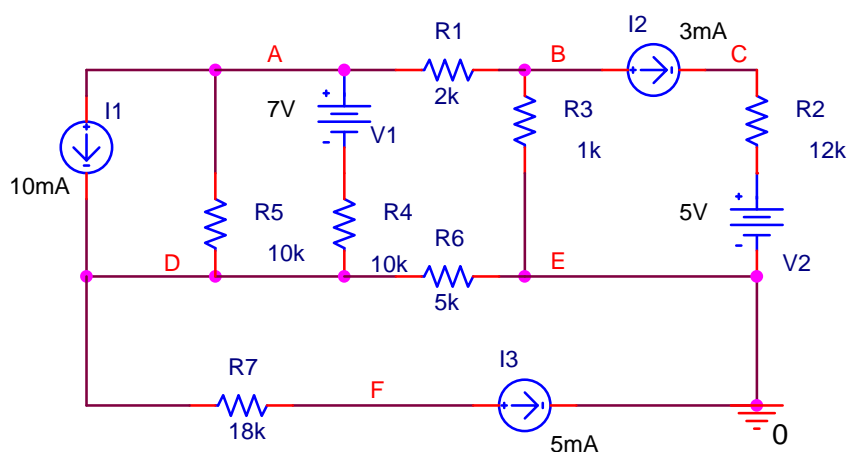


Figura 2-11. Circuito ejercicio 2.1.2.

3 CÁLCULO DE LA R EQUIVALENTE DE UN CIRCUITO.

En este apartado se pretende calcular la resistencia equivalente del siguiente circuito mediante su simulación con *PSpice*:

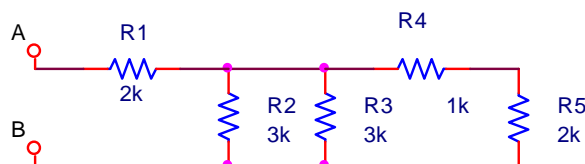


Figura 2-12. Circuito para el cálculo de la resistencia equivalente.

En clase de teoría vimos que la resistencia equivalente entre dos de los terminales se puede obtener haciendo las agrupaciones serie y paralelo de las resistencias, o bien aplicando una transformación Δ -Y. Mediante el cálculo teórico se obtiene que la resistencia equivalente del circuito anterior desde los terminales AB es de $3k\Omega$.

Para realizar este cálculo con el programa *OrCAD* hay que recurrir a la utilización de un análisis de la función de transferencia. Este análisis linealiza el circuito en torno a su punto de trabajo y calcula su función de transferencia para pequeña señal. En nuestro caso el circuito es ya lineal y no utilizaremos la función de transferencia. Sólo utilizaremos este análisis para calcular la resistencia de entrada o resistencia equivalente entre dos puntos del circuito. Para ello, tendremos que especificar la variable de salida y la fuente de entrada.

Este análisis implica el cálculo de los siguientes parámetros del circuito:

- Razón entre la variable de salida y la variable de entrada
- Impedancia de entrada con respecto a la fuente de entrada
- Impedancia de salida con respecto a los terminales del elemento de salida.

Para realizar este análisis tenemos que seguir los siguientes pasos:

PASO 1: Dibujar el esquema del circuito introduciendo una fuente de tensión (VSRC) de valor 0 e indicando el nodo de salida mediante un terminal (VCC_CIRCLE, por ejemplo).

El circuito anterior quedaría de la siguiente forma:

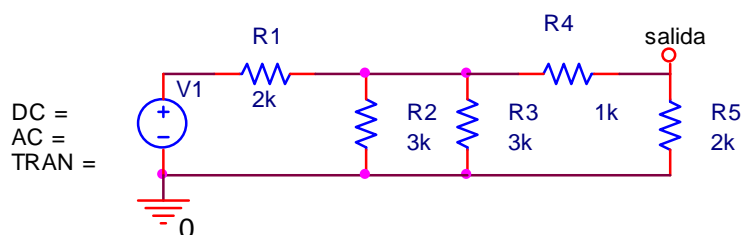


Figura 2-13. Circuito con la fuente VSRC y la etiqueta “salida” en uno de sus nodos.

PASO 2: Una vez dibujado el circuito seleccionar en la ventana *Simulation Settings* la opción *Bias Point* como *Analysis Type* y también la opción *Calculate small-signal DC gain*. En el campo *From Input source name* hay que escribir el nombre de la fuente de tensión, en nuestro caso V1, y en el campo *To Output variable* el valor V(SALIDA).

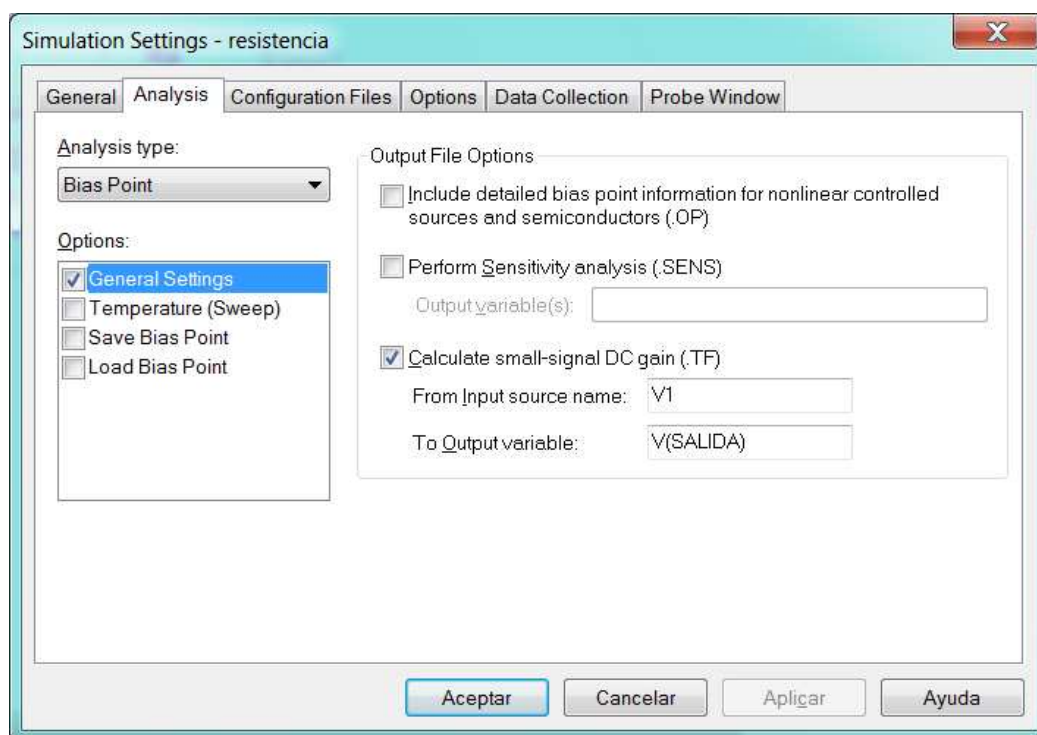


Figura 2-14. Detalle de la ventana de diálogo de Simulation Settings.

PASO 3: Una vez está configurado el análisis *Calculate small-signal DC gain*, se ejecutará a continuación la simulación (pulsando *Run*) y el fichero de salida (*Output File*) proporcionará el valor de la resistencia equivalente.

Al examinar el contenido del fichero *Output File*, observamos al final del mismo los valores de la resistencia de entrada vista por la fuente de tensión V1 (*Input resistance at V_V1*) y la resistencia de salida (*Output resistance at V(SALIDA)*).

La resistencia equivalente desde los terminales A y B corresponde al dato de ***Input resistance at V_V1***. Es decir, la resistencia de entrada vista desde los terminales A y B es $3\text{k}\Omega$ ($3.000\text{E}+03$).

```
****      SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS

V(SALIDA)/V_V1 =  2.222E-01
INPUT RESISTANCE AT V_V1 =  3.000E+03
OUTPUT RESISTANCE AT V(SALIDA) =  9.630E+02

      JOB CONCLUDED
```

Figura 2-15. Resultados en "Output File"

4 EJERCICIOS

4.1 Ejercicio: cálculo de la resistencia equivalente.

Calcula la resistencia equivalente vista desde los terminales A-B del circuito siguiente, mediante el análisis *Bias Point* con la opción *Calculate small-signal DC gain*:

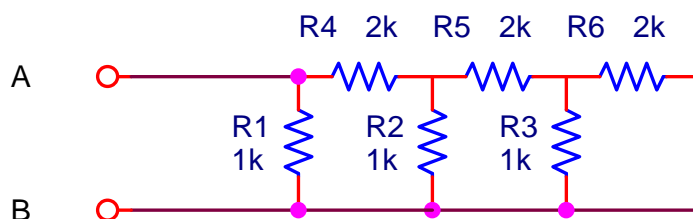


Figura 2-16. Circuito ejercicio 2.4.1.

4.2 Ejercicio: cálculo de la resistencia equivalente:

Calcula la resistencia equivalente vista desde los terminales A-B del circuito siguiente, mediante el análisis *Bias Point* con la opción *Calculate small-signal DC gain*:

Calcula también la resistencia equivalente vista desde los terminales C-D.

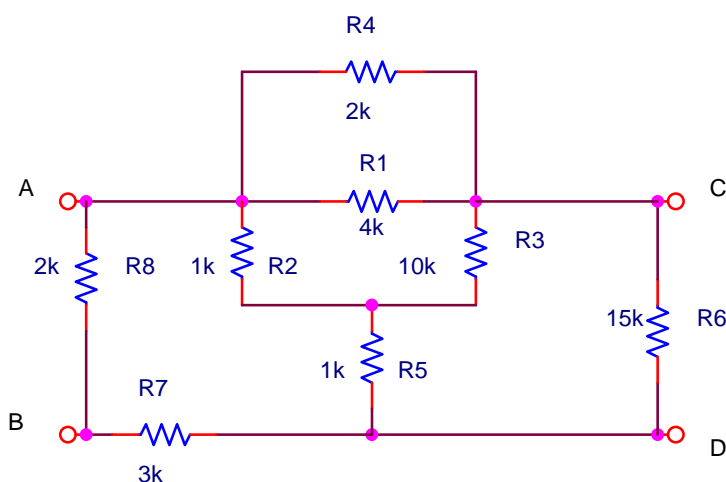
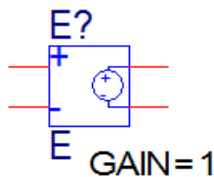


Figura 2-17. Circuito ejercicio 2.4.2.

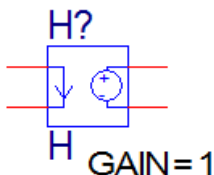
5 USO DE FUENTES DEPENDIENTES EN LOS CIRCUITOS DE DC

Las fuentes dependientes existentes en el programa *OrCAD* pueden generar funciones lineales o polinómicas, y suelen ser modeladas según la relación entre sus entradas y salidas. Las fuentes dependientes o controladas lineales disponibles son las siguientes:

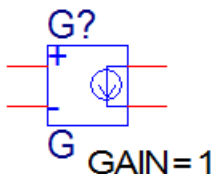
- Fuente de tensión controlada por tensión (E)



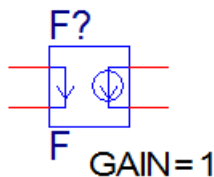
- Fuente de tensión controlada por corriente (H)



- Fuente de corriente controlada por tensión (G)



- Fuente de corriente controlada por corriente (F)



Si quisiéramos generar funciones polinómicas utilizaríamos EPOLY, HPOLY, GPOLY y FPOLY. Pero los circuitos que vamos a simular son lineales y sólo emplearemos E, H, G y F.

IMPORTANTE: Las fuentes controladas por intensidad se colocan en serie con el elemento de la rama que nos proporciona la intensidad de referencia. De forma análoga las fuentes controladas por tensión se colocan en paralelo con el elemento que nos proporciona la tensión de referencia.

Un ejemplo de su utilización sería la simulación del circuito que se muestra a continuación. En el circuito aparece una fuente de tensión controlada por corriente. El objetivo es hallar las tensiones en los nodos V1 y V2.

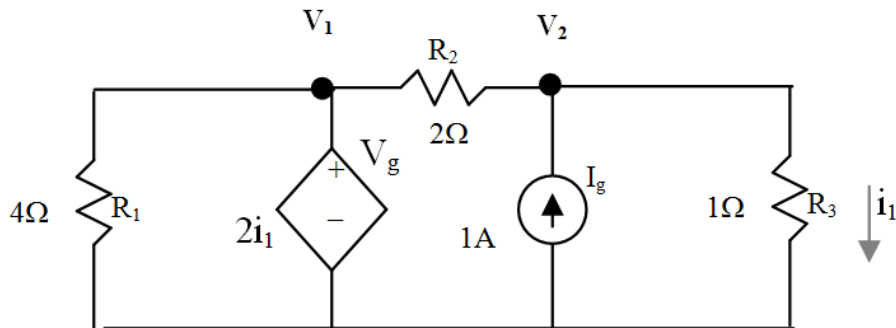


Figura 2-18. Ejemplo de circuito con fuentes dependientes.

En OrCAD el circuito anterior se dibujaría del siguiente modo:

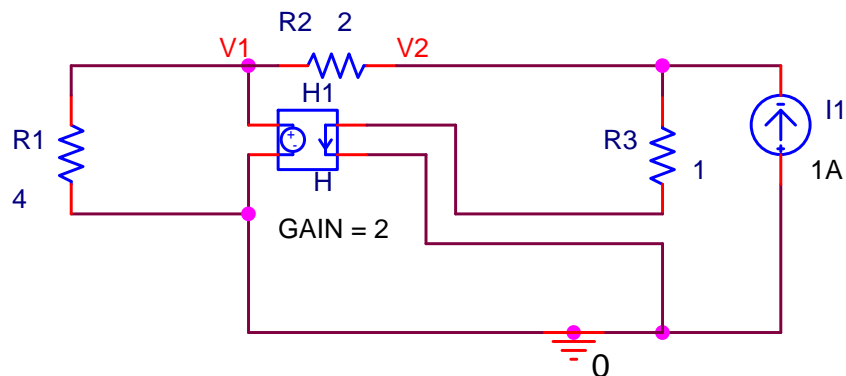


Figura 2-19. Ejemplo de circuito con fuentes dependientes dibujado en PSpice.

En el dibujo anterior se ha utilizado una fuente de tensión dependiente de corriente (H), la ganancia de la fuente es 2 (GAIN=2), puesto que $V_g = 2i_1$. Los terminales de sensado de corriente se han situado en serie con la resistencia R3 y se han utilizado dos etiquetas para marcar los nodos V1 y V2. Las etiquetas se colocan desde el menú *Place >> Net Alias*, pulsando con el ratón en los nodos seleccionados.

El resultado lo podemos ver mediante un análisis *Bias Point* o bien con un análisis tipo *Time Domain(Transient)* situando dos marcadores de tensión sobre V1 y V2. Se obtiene que la tensión en V1 es de 4V y en V2 de 2V.

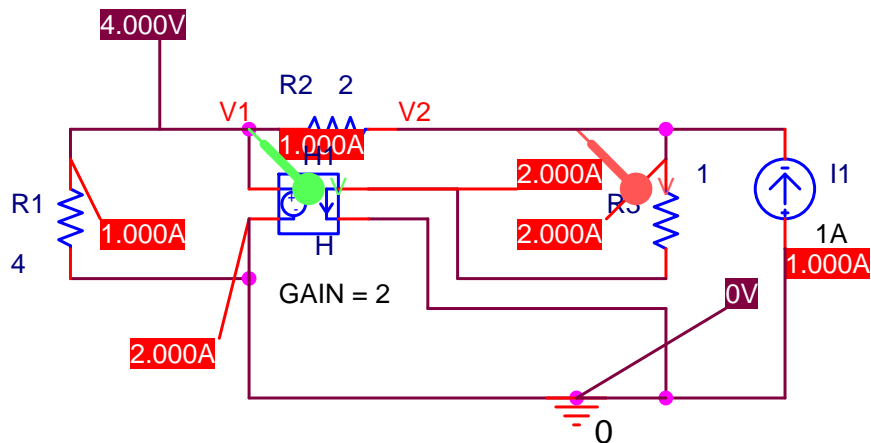


Figura 2-20. Resultados de la simulación.

IMPORTANTE: Puedes cambiar la orientación de las fuentes dependientes (y de cualquier otro componente del circuito) mediante *Edit >> Rotate*, *Edit>> Mirror >> Horizontally* o *Edit>> Mirror >> Vertically*. Y recordad modificar el valor de la ganancia (GAIN) adecuadamente.

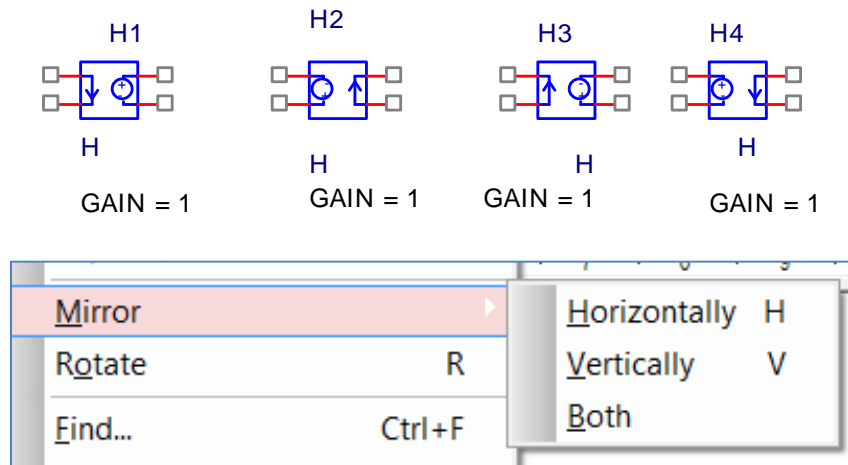


Figura 2-21. Opciones para cambiar la orientación de un elemento de OrCAD.

6 EJERCICIOS

6.1 Ejercicio: simulación de un circuito en continua con fuentes dependientes.

Se propone el cálculo teórico y la simulación mediante OrCAD del circuito de la figura 2-22. El objetivo es hallar la corriente que circula por R_2 .

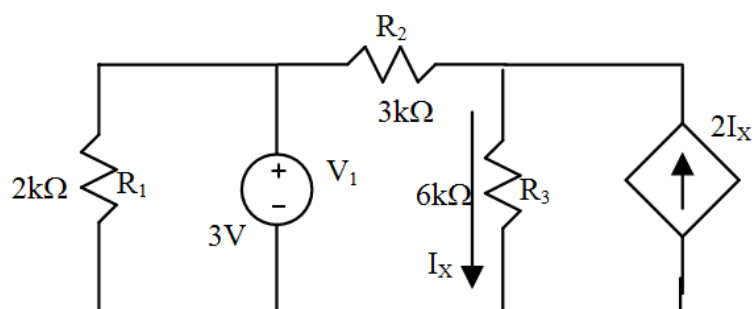


Figura 2-22. Circuito para simular.

AYUDA: La fuente dependiente es una fuente de corriente controlada por corriente (F) con ganancia 2.

6.2 Ejercicio: simulación de un circuito en continua con fuentes dependientes.

Se propone el cálculo teórico y la simulación mediante OrCAD del circuito de la figura 2-23. El objetivo es hallar la tensión V_0 .

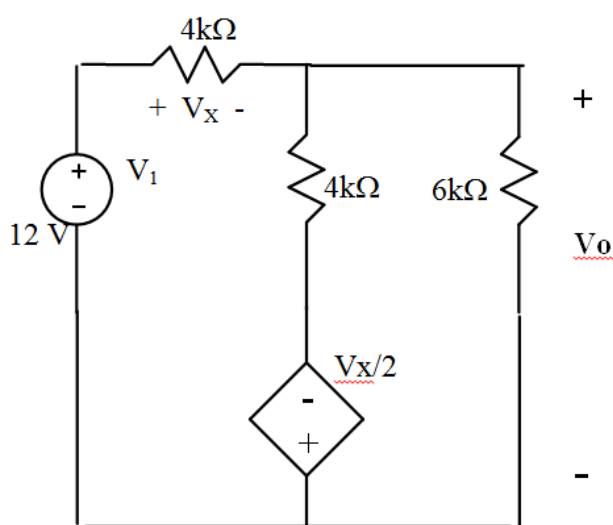


Figura 2-23. Circuito para simular.

AYUDA: La fuente dependiente es una fuente de tensión controlada por tensión (E) con ganancia 0.5.

PRÁCTICA 3

ANÁLISIS MEDIANTE BARRIDO DC SWEEP

1 ANÁLISIS DC SWEEP: INTRODUCCIÓN.

El análisis DC Sweep o Barrido DC permite hacer un barrido de los valores de diversas características de los componentes eléctricos, por ejemplo:

- barridos de tensión (V) o de corriente (I) en fuentes independientes
- barridos de parámetros globales (valor de una resistencia o un condensador)
- barridos de parámetros internos de componentes más complejos (la ganancia en corriente (β) de un transistor, ...)
- barridos de temperatura

En cada uno de los barridos se calcula el punto de trabajo para cada uno de los valores que tomen las variables.

Es posible realizar un solo barrido (sólo cambia un parámetro en el circuito) o varios. El rango de valores que toma la variable en el barrido puede ser:

- lineal
- por décadas
- según una lista de valores

2 SELECCIÓN DEL ANÁLISIS DC SWEEP.

Para seleccionar el análisis DC Sweep creamos una nueva simulación pulsando el botón:



Figura 3-1. Botón de Nueva Simulación

También podemos crear una nueva simulación desde el menú *Pspice* con *New Simulation Profile* o bien cambiar las opciones de una simulación anterior con *Edit Simulation Profile*:

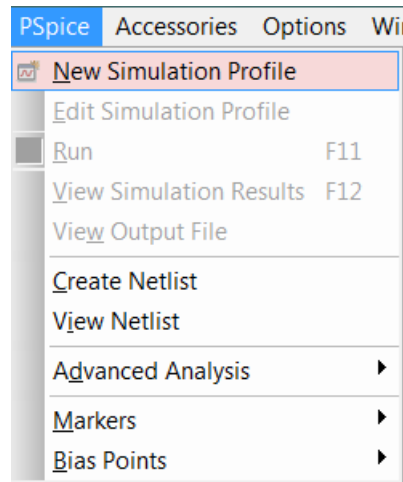


Figura 3-2. Menú PSpice>> New Simulation Profile

De manera que aparece en la pantalla la ventana de diálogo que se muestra en la figura 3-3., y dentro del menú desplegable **Analysis Type** seleccionamos la opción **DC Sweep**.

Por defecto aparece seleccionado *Primary Sweep*.

Dentro del cuadro *Sweep variable* podemos seleccionar el tipo de variable sobre la que vamos a hacer un barrido:

- una fuente de tensión (*Voltage source*)
- una fuente de corriente (*Current source*)
- un parámetro global (*Global parameter*) (el valor de una resistencia, por ejemplo)
- un parámetro interno de un modelo (*Model parameter*) (por ejemplo, la β de un transistor)
- la temperatura (*Temperature*)

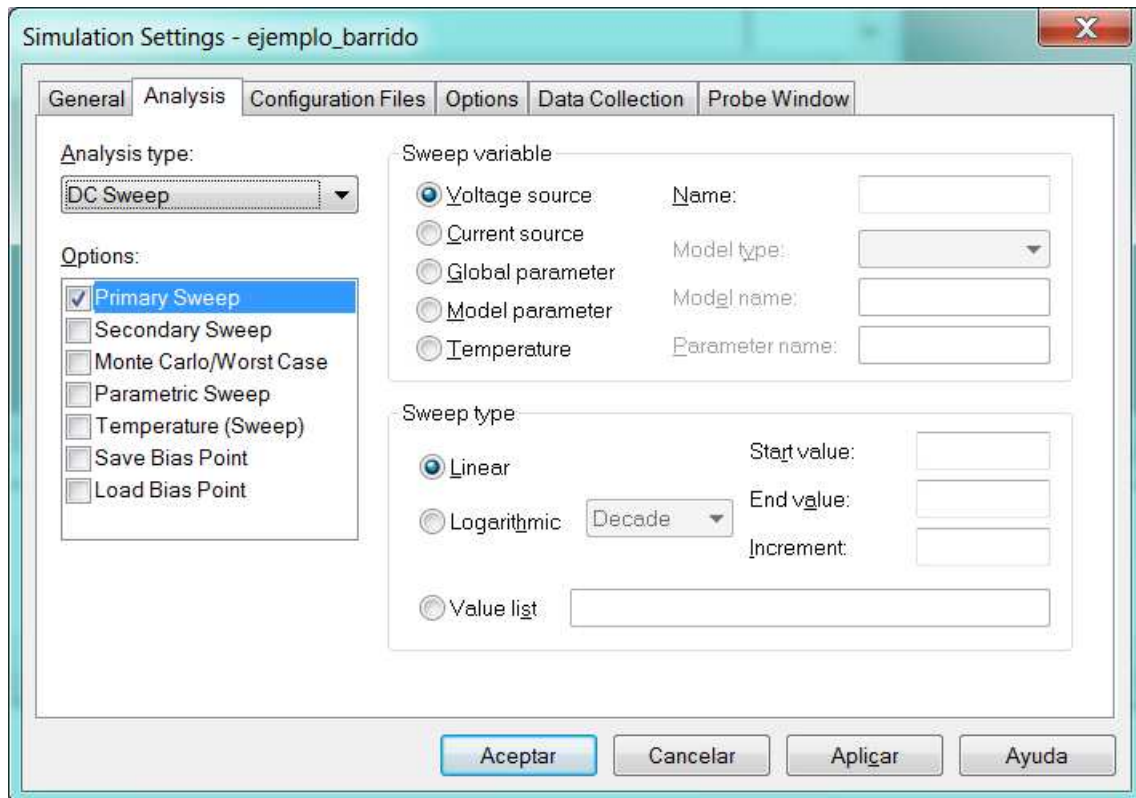


Figura 3-3. Ventana de diálogo con las opciones de simulación.

En el cuadro *Name* escribimos el nombre de la variable a barrer, por ejemplo, R1 o I1.

En el cuadro *Sweep type* seleccionamos el modo en el que queremos realizar el barrido de la variable que hayamos seleccionado en *Sweep variable*:

- Lineal (*Linear*)
- Logarítmico (*Logarithmic*): por octavas o por décadas.
- Lista de valores (*Value List*)

Las opciones situadas a la derecha sirven para poner el valor inicial (*Start value*) del rango de valores que realizará el barrido, el valor final (*Final value*), el incremento (*Increment*) en el caso lineal o los puntos por octava (*Pts/Octave*) en el caso de elegir la opción octavas o los puntos por década (*Pts/Decade*) en el caso de seleccionar la opción décadas o bien los valores (*Value list*) en el caso de elegir la opción de lista de valores.

3 VARIACIÓN DE UN SOLO PARÁMETRO: “BARRIDO DC SWEEP, PRIMARY SWEEP”.

Se propone el siguiente circuito para realizar una simulación DC Sweep:

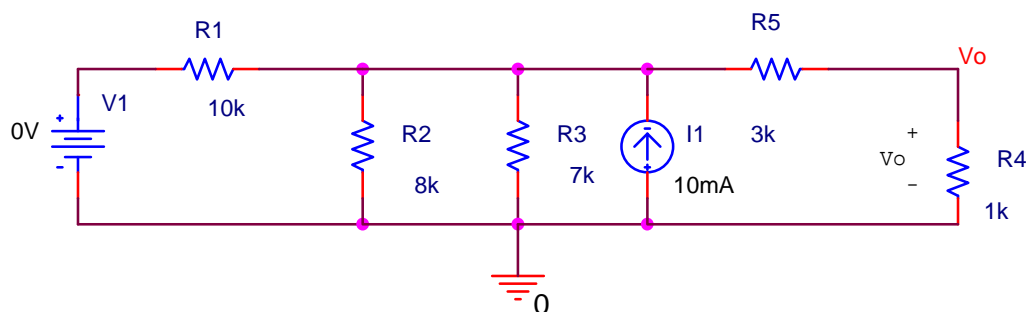


Figura 3-4. Circuito ejemplo para la simulación DC Sweep con un solo parámetro.

Para el circuito anterior queremos calcular los valores de la tensión y corriente por la resistencia R4, cuando la fuente de tensión V1 varía entre 0 y 15 V con incrementos de 1 V.

Primero tenemos que realizar el dibujo o esquemático del circuito anterior utilizando los componentes que ya conocemos.

Como ayuda se recuerda que los componentes se obtienen desde el diálogo *Place Part*, pulsando el siguiente botón:



Figura 3-5. Botón de Place Part

La fuente de tensión se denomina VDC, y la fuente de corriente IDC, y se hallan dentro la librería SOURCES. La resistencias se denominan R y se hallan en la librería ANALOG, y la toma de tierra se denomina 0 y se halla en SOURCE, pero se localiza desde la ventana de diálogo *Place Ground*, pulsando el botón:



Figura 3-6. Botón de Place Ground

Para visualizar la corriente y la tensión en la resistencia R4 tenemos que utilizar los marcadores de tensión y corriente (*Markers*) y situarlos en el dibujo. Estos marcadores son accesibles desde los siguientes botones:

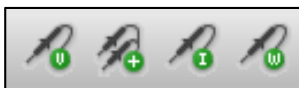


Figura 3-7. Marcadores de tensión y corriente para la simulación “Time Domain” accesibles desde la barra de botones.

Comenzando por la izquierda, el primer marcador mide la tensión respecto a la masa del circuito; el segundo es un marcador de tensión diferencial, es decir, mide la tensión entre dos nodos cualesquiera del circuito; el tercer marcador mide la corriente por un componente, y para colocarlo en el circuito hay que pulsar sobre uno de los extremos del componente y el último; y por último, el cuarto marcador mide la potencia de un componente.

También se accede los marcadores desde el menú *PSpice >> Markers*.

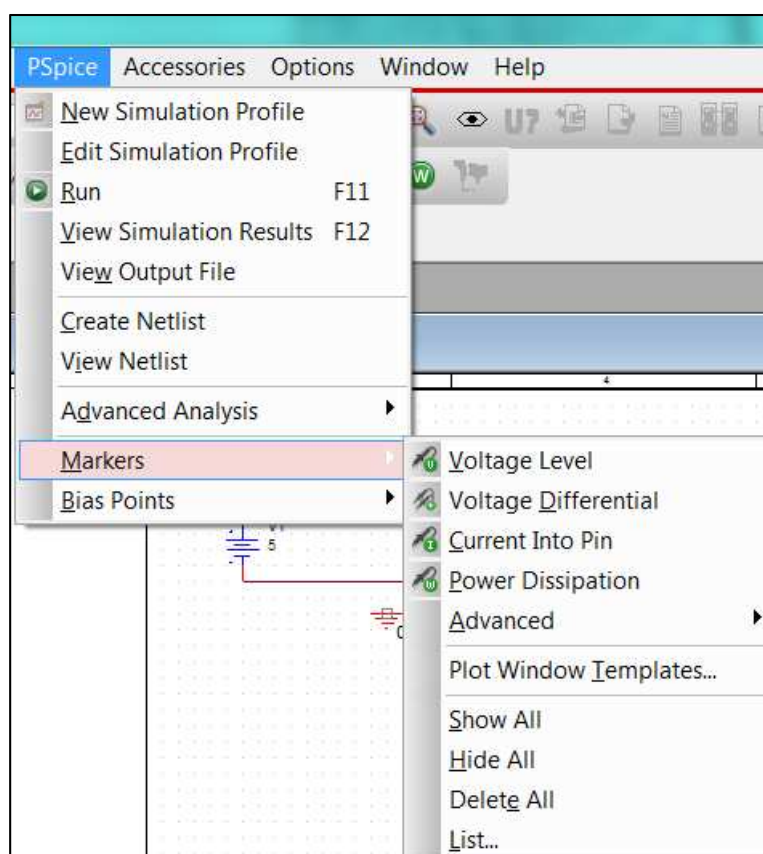


Figura 3-8. Marcadores de tensión y corriente para la simulación “Time Domain” accesibles desde los menús superiores.

Antes de realizar el análisis hay que configurar las opciones del análisis que vamos a realizar. En este ejemplo seleccionamos el análisis DC Sweep y tomamos como variable la fuente de corriente V1, por lo que seleccionaremos *Voltage Source*. El barrido será lineal (*Linear*) y empezará en 0V y acabará en 15V, con incrementos de 1V. Las opciones en la ventana de dialogo quedarán así:

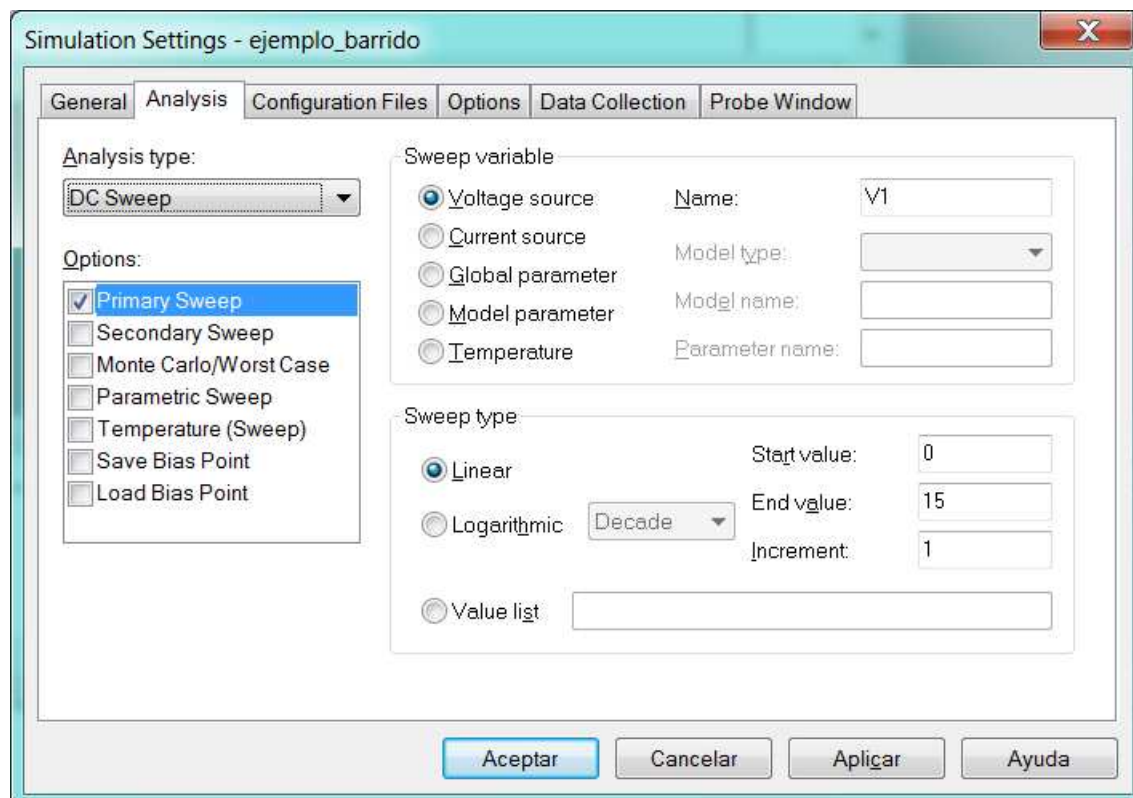


Figura 3-9. Ventana de diálogo con las opciones de simulación del ejemplo.

Una vez realizado el esquema del circuito, situado los marcadores y configurado las opciones de simulación se lanza la simulación mediante el botón *Run PSpice*:



Figura 3-10. Botón de Run PSpice

A continuación, automáticamente, se abrirá la aplicación *Pspice AD* donde se representarán gráficamente los resultados de la simulación. La figura 3-11 muestra estos resultados.

En la figura 3-11 podemos ver en el eje de las X la variable barrida, en este caso, V1, desde 0 a 15V; mientras que en el eje Y se representa la tensión en la resistencia R4 (denominada Vo).

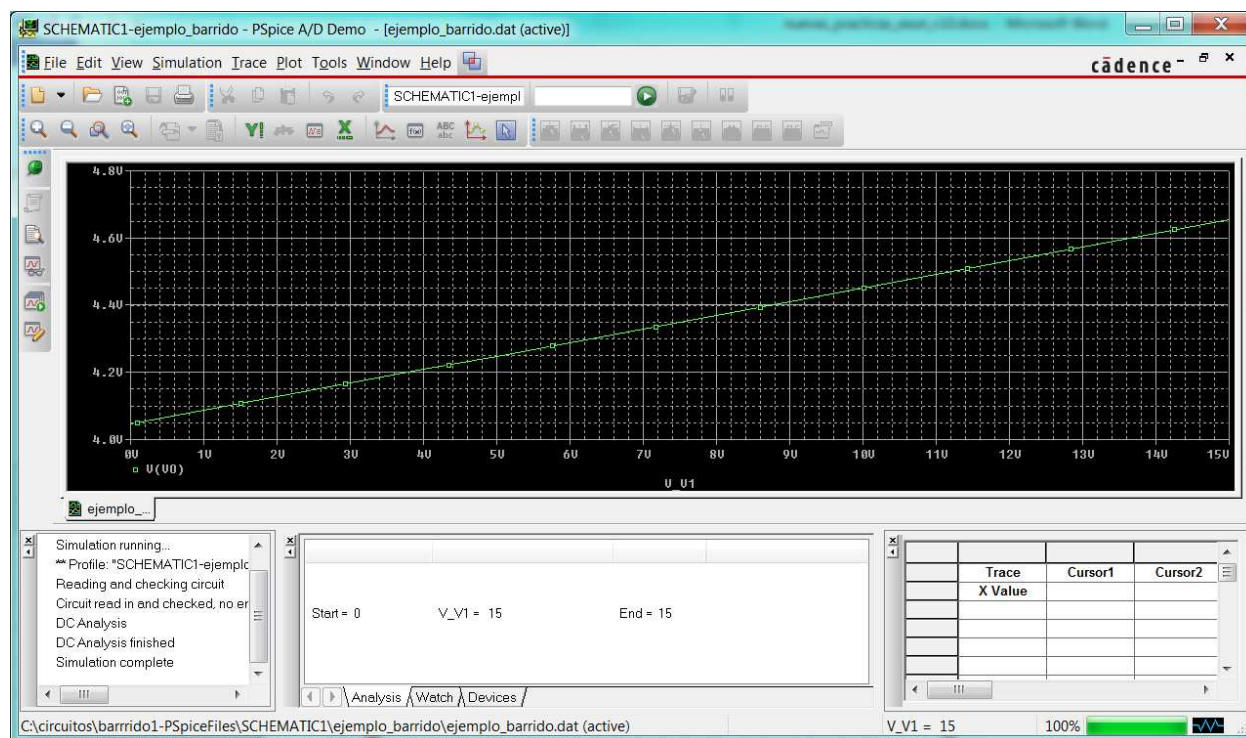


Figura 3-11. Aplicación Pspice AD, donde aparecen gráficamente los resultados de la simulación.

Para generar el gráfico de la figura 3-11, se debe colocar un marcador de tensión en el terminal superior de la resistencia R4 (nodo Vo).

Es posible etiquetar un nodo mediante el uso de *Place Net Alias*:




Figura 3-12. Botón de Place Net Alias

Podemos añadir más marcadores y así ver también la corriente por R4 o las tensiones y corrientes en otras partes del circuito. Desde la misma aplicación *Pspice AD* se accede a los marcadores pulsando el botón *Add Trace*:



Figura 3-13. Botón de Add Trace

Para visualizar el valor en X e Y de cada punto del gráfico hay que activar el cursor pulsando el botón *Toggle Cursor* y, simplemente, desplazando el puntero del ratón sobre el gráfico, se visualizarán los valores de cada punto en una tabla:



	Trace	Cursor1	Cursor2		Diff	Max	Min	Avg
X Value	-2.2841	-10.000			7.7159	-2.2841	-10.000	-6.1421
-(R4)	258.658u	-476.191u			734.849u	258.658u	-476.191u	-108.767u

Figura 3-14. Botón de *Toggle Cursor* y datos en la posición del cursor.

4 EJERCICIOS DE VARIACIÓN DE UN SOLO PARÁMETRO.

4.1 Ejercicio 1: Barrido en I de una fuente de corriente

A partir del mismo circuito del ejemplo 1 (figura 3-4), realiza un barrido DC de la fuente de corriente I1 de -10mA a 10mA con un incremento de 0.5mA , cuando la fuente de tensión vale 15V .

Visualiza la corriente y la tensión en la resistencia R4.

En el caso que $I1 = 5\text{mA}$, ¿cuáles son los valores de tensión y corriente por la resistencia R4?

4.2 Ejercicio 2: Barrido en V de una fuente de tensión

En el circuito que indica la siguiente figura, calcula el valor que ha de tener la fuente de tensión V1 para que la corriente que pase por R4 sea nula:

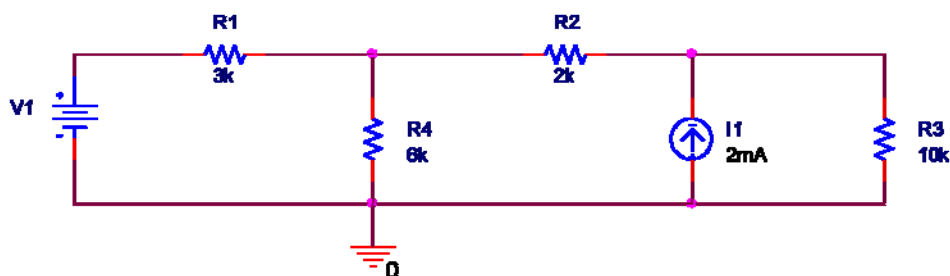


Figura 3-15. Circuito del ejercicio 3.4.2

4.3 Ejercicio 3: Barrido de una R.

Para el siguiente circuito divisor de tensión, realiza un barrido del valor de la resistencia R2 desde $1\text{k}\Omega$ hasta $20\text{k}\Omega$ con incrementos de $1\text{k}\Omega$ y visualiza la tensión en bornes de R2 y la corriente que le atraviesa:

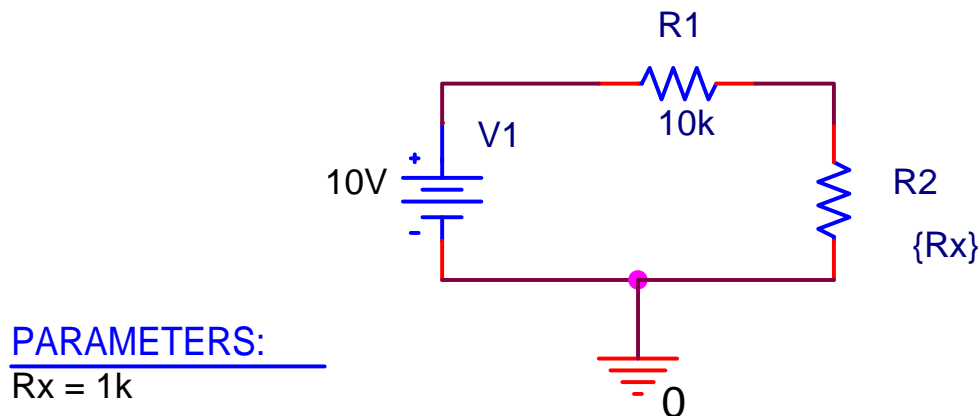


Figura 3-16. Circuito del ejercicio 3.4.3.

Al dibujar el circuito de la figura 3-16 debemos poner {Rx} como el valor de R2, sin olvidarnos las llaves.

Además, para realizar el barrido paramétrico del valor de la resistencia R2 debemos utilizar un nuevo componente denominado PARAM de la librería SPECIAL. Una vez situado PARAM en el esquemático lo seleccionamos mediante un doble click de manera que nos aparece una nueva ventana con todas las propiedades del parámetro PARAM:

	Power Pins Visible	Primitive	PSPiceOnly	Reference	Rx	Source Library	Source Package	Source Part	Value
1 SCHEMATIC1 : PA	<input type="checkbox"/>	DEFAULT	TRUE	1	1k	C:\ORCAD\ORCAD	PARAM	PARAM.Normal	PARAM

Figura 3-17. Detalle de las propiedades de PARAM.

Pulsamos sobre el botón *New Column*, y aparecerá la ventana de diálogo siguiente:

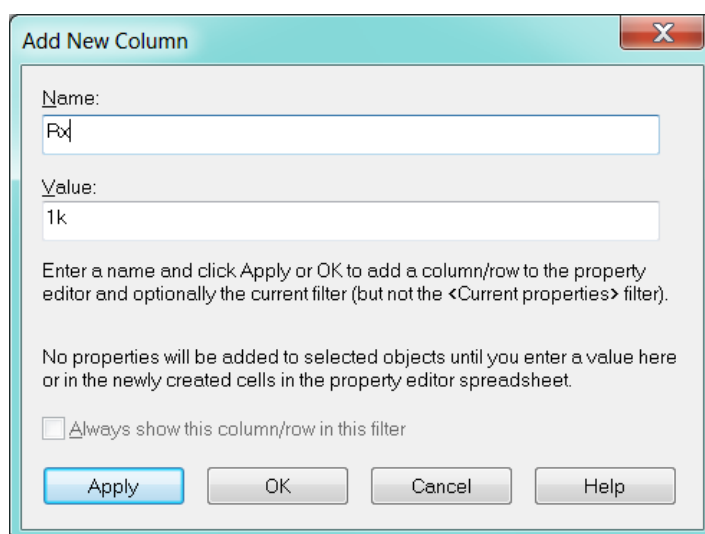


Figura 3-18. Definición de un nuevo parámetro en PARAM.

En la ventana anterior escribiremos el nombre con el que definimos la variable que queremos variar, en este caso el valor de la resistencia R2, que denominaremos Rx, y le pondremos un valor por defecto, por ejemplo 1kΩ. Si queremos visualizar el nuevo componente PARAM denominado Rx en el esquemático, debemos activar la opción de display dentro de las propiedades de PARAM.

Además también tendremos que modificar el valor de R2, por defecto 1k, y cambiarlo por {Rx}.

En las opciones de simulación de DC Sweep seleccionaremos como *Sweep Variable* la opción *Global Parameter*, y en la casilla *Parameter name* escribiremos el nombre de nuestra variable, en este caso Rx, y sin llaves:

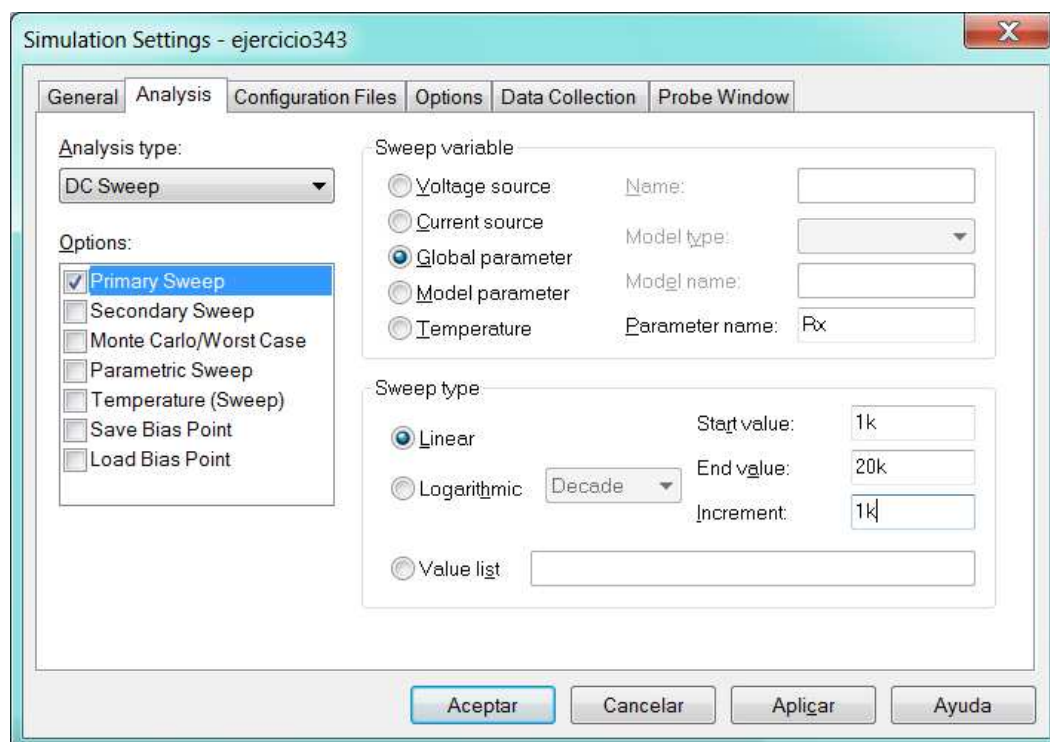


Figura 3-19. Ventana de diálogo con las opciones de simulación del ejercicio 3.4.3.

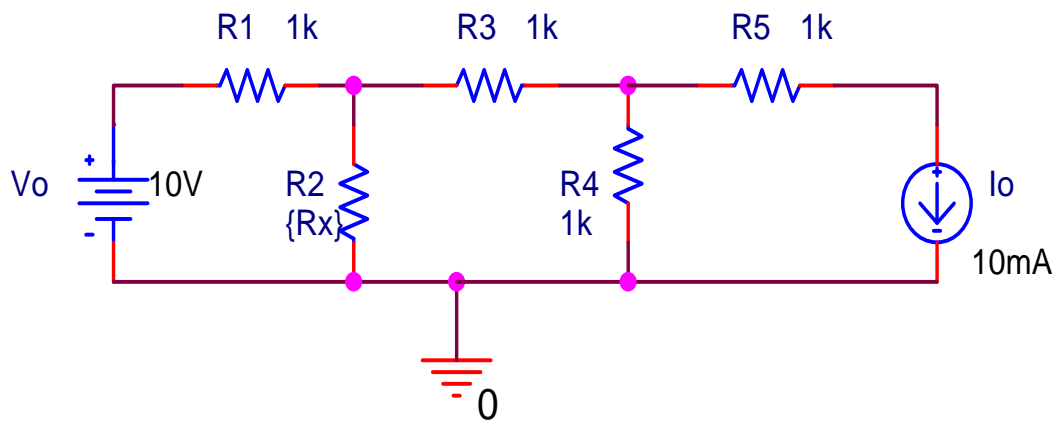
Realiza otro barrido del mismo circuito pero ampliando el rango desde $1\text{k}\Omega$ hasta $3000\text{k}\Omega$. Tras visualizar los resultados, responde a las siguientes preguntas:

¿Para qué valor de R_2 , la tensión en bornes de R_2 vale 5V ?

¿Para qué valor de R_2 , la tensión en bornes de R_2 vale 10V ?

4.4 Ejercicio 4: Barrido de una R.

En el circuito que indica la siguiente figura, calcula el valor de la resistencia R_2 para que la corriente que pasa a través de ella valga 4mA : (Sugerencia: haz un barrido de la resistencia R_2 desde 10Ω hasta 1000Ω con incrementos de 1Ω .)



PARAMETERS:

$$R_x = 10$$

Figura 3-20. Circuito del ejercicio 3.4.4.

5 VARIACIÓN DE DOS PARÁMETROS : “BARRIDO DC SWEEP, PRIMARY SWEEP AND SECONDARY SWEEP”.

Sobre el mismo circuito del ejemplo 1 realizaremos ahora un barrido DC de dos parámetros: vamos a calcular los valores de tensión y corriente de la resistencia R4, cuando varía la fuente de corriente I1 de 0mA a 10mA con un incremento de 1mA, y la fuente de tensión V1 de 0V a 15 V con incrementos de 1V.

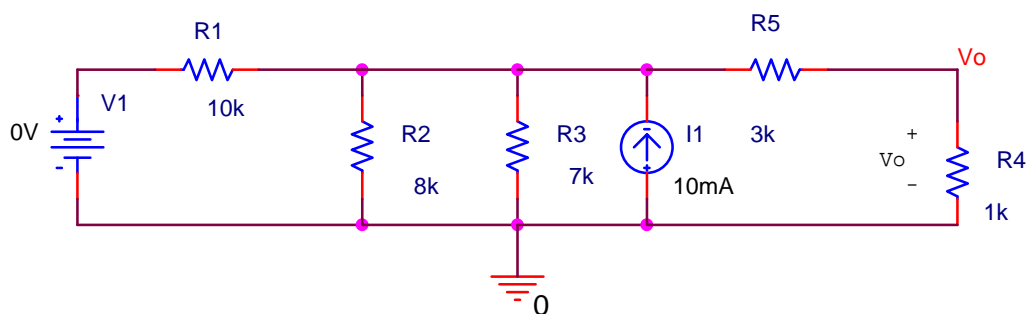


Figura 3-21. Circuito ejemplo para la simulación DC Sweep con dos parámetros.

Para realizar este barrido doble debemos activar también la opción *Secondary Sweep*.

Así en el *Primary Sweep* realizaremos la variación de la fuente de tensión V1 de 0V a 15 V con incrementos de 1V. :

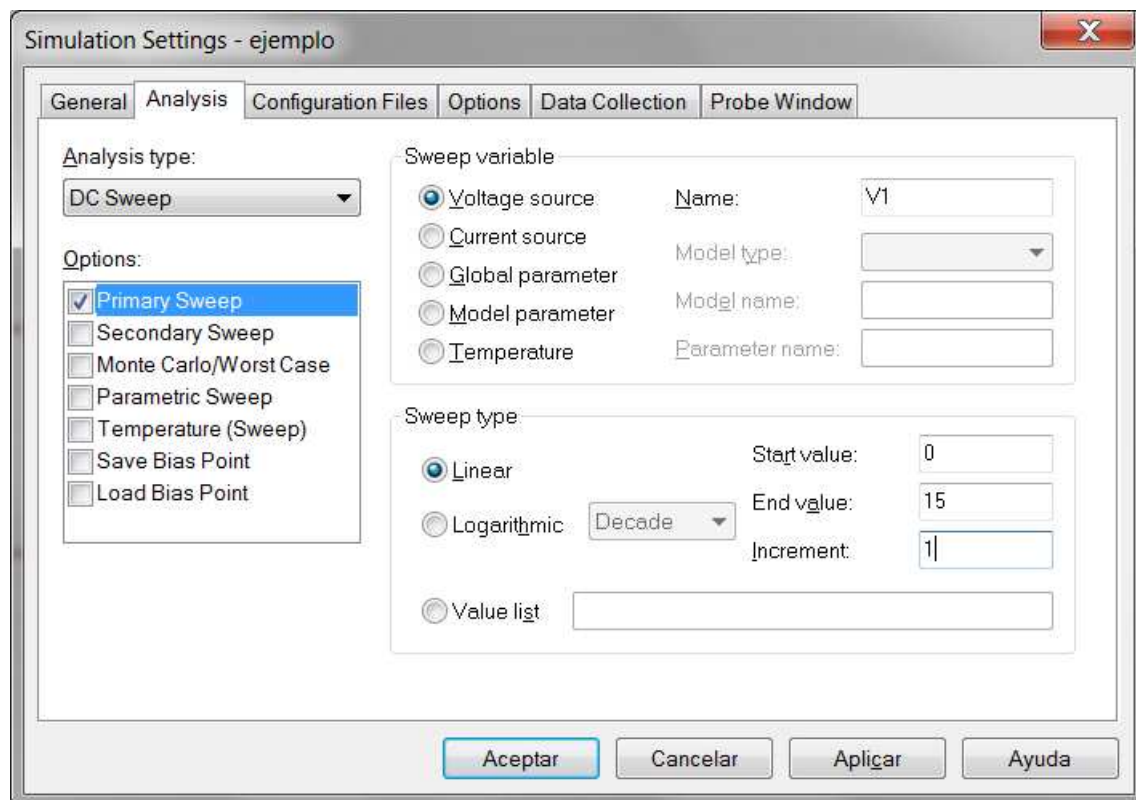


Figura 3-22. Ventana de diálogo con las opciones de simulación del ejemplo para el barrido de la fuente de tensión V1 (Primary Sweep).

Y en el *Secondary Sweep*, la variación de la fuente de corriente I1 de 0mA a 10mA con un incremento de 1mA:

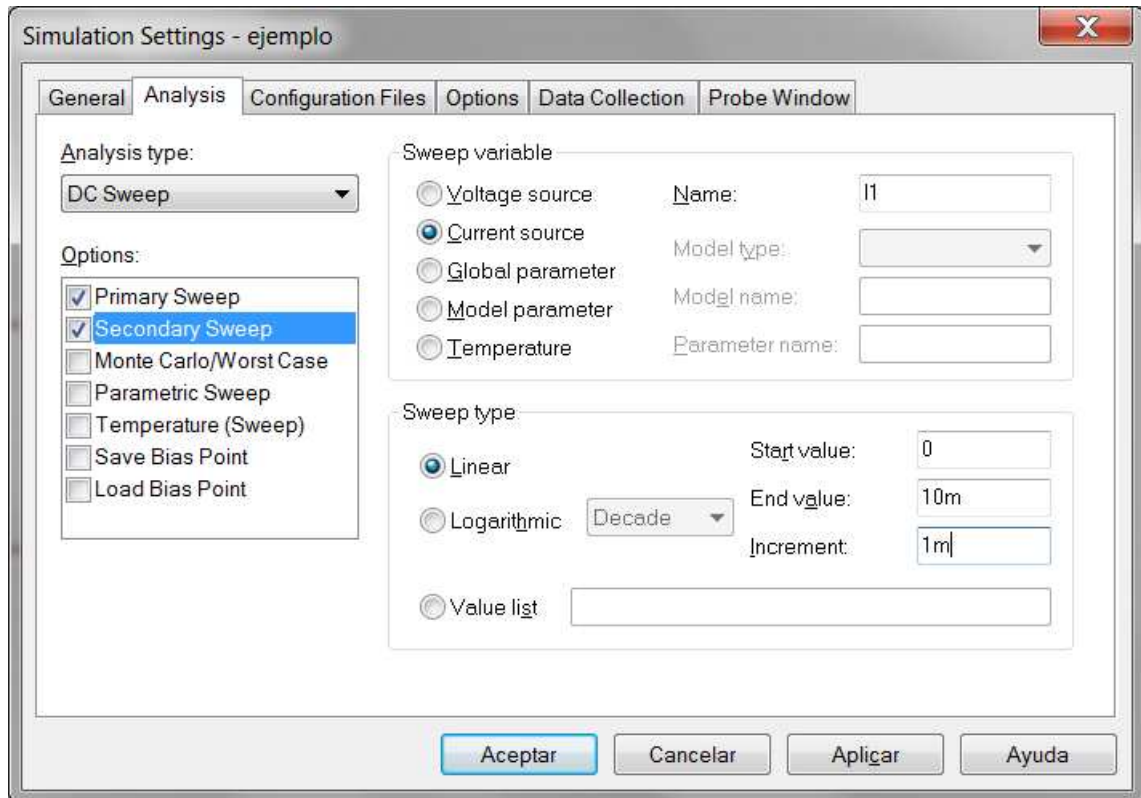


Figura 3-23. Ventana de diálogo con las opciones de simulación del ejemplo para el barrido de la fuente de corriente I1 (*Secondary Sweep*).

Después ejecutaremos la simulación mediante el botón de *Run*, y observaremos los resultados en la aplicación *Pspice A/D* (Figuras 3-24 y 3-25).

En el eje de las X aparece la variable del barrido primario (V1) y en el eje de las Y aparecen varias gráficas, cada una de ellas corresponde al valor de tensión en R4 (Fig.18) o corriente en R4 (Fig. 19) para un valor dentro del rango recorrido por I1 en el barrido secundario.

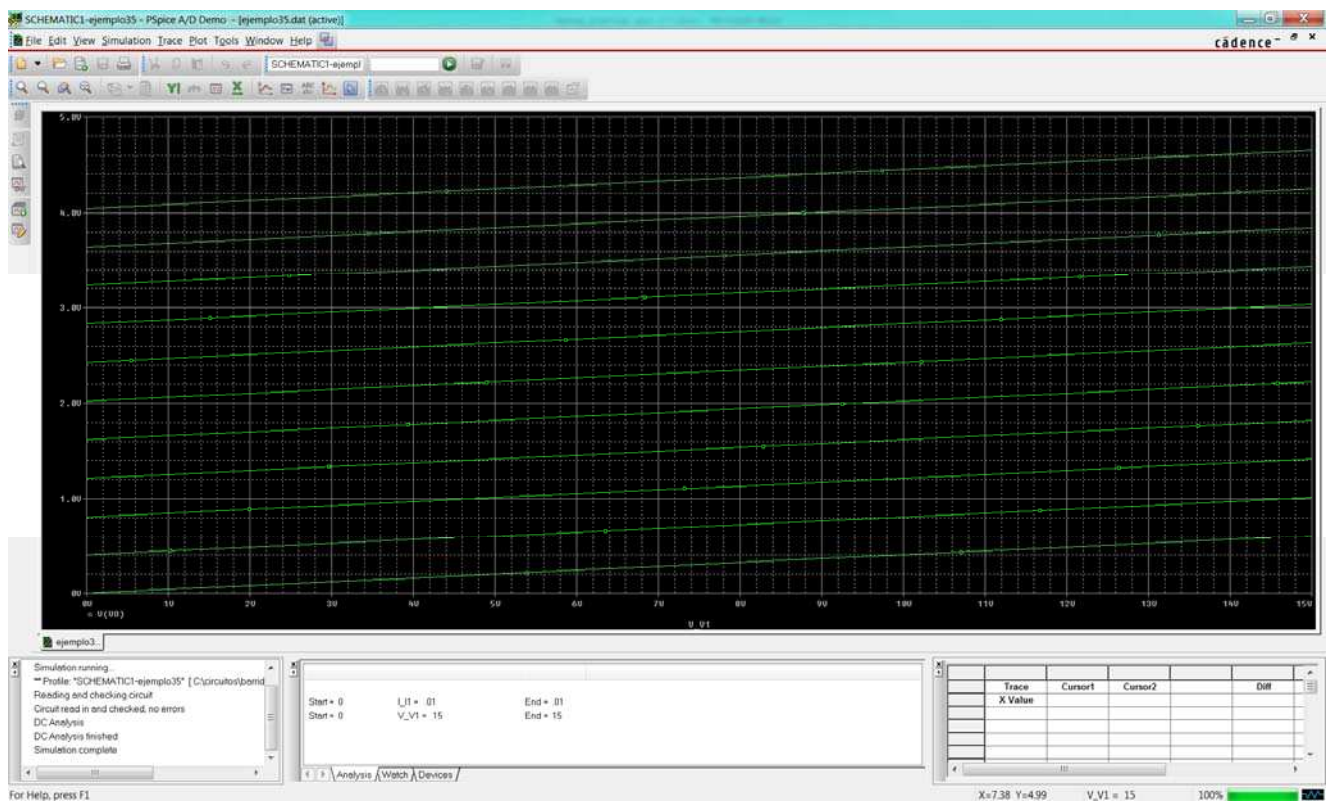


Figura 3-24. Tensión en la resistencia R4 cuando realizamos un barrido doble de tensión y corriente.

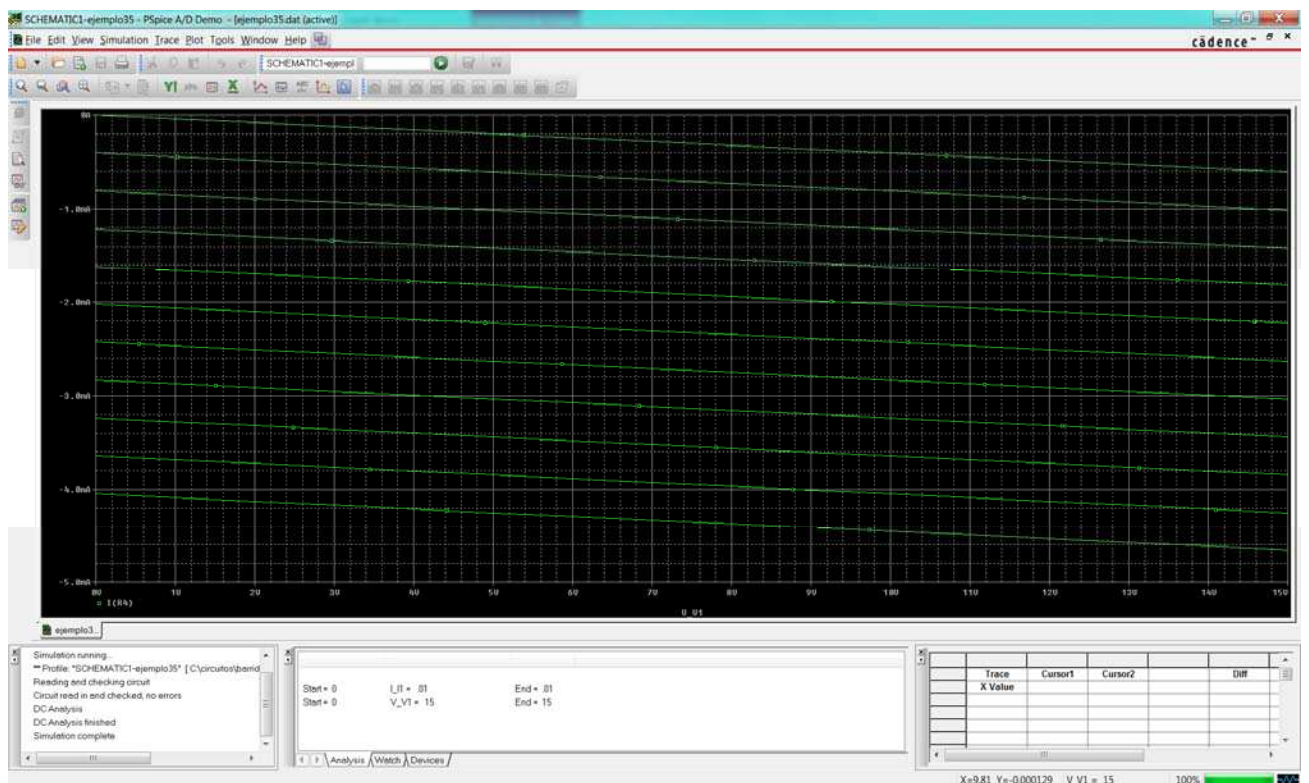


Figura 3-25. Corriente en la resistencia R4 cuando realizamos un barrido doble de tensión y corriente.

PRÁCTICA 4

ANÁLISIS DE POTENCIA EN DC

1 BALANCE DE POTENCIAS EN DC CON EL ANÁLISIS BIAS POINT

El análisis Bias Point permite averiguar la potencia de los componentes de un circuito de DC.

La figura 4-1 muestra un circuito de ejemplo que utilizaremos para realizar un balance de potencia en los componentes.

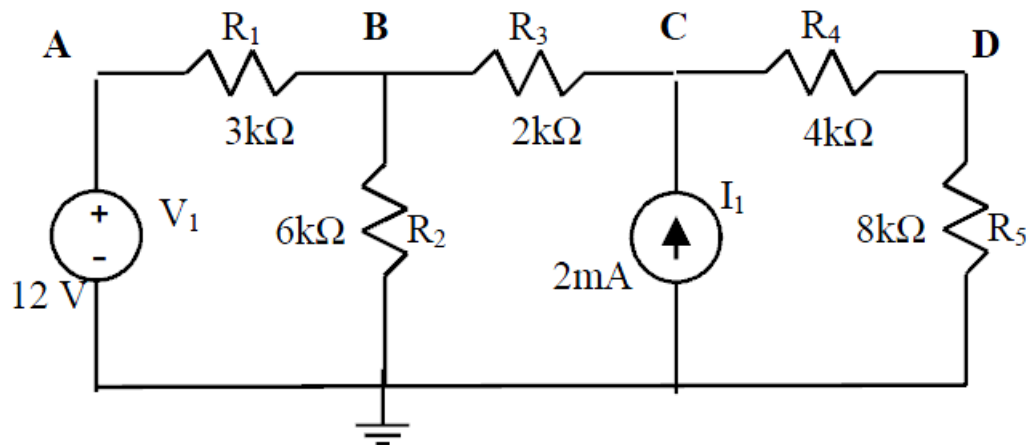


Figura 4-1. Circuito del ejemplo

El balance de potencias del circuito anterior se realiza de la siguiente forma:

PASO 1: Dibujar el circuito anterior como ya hemos visto en las prácticas anteriores.

PASO 2: Seleccionar un análisis tipo *Bias Point* y realizar la simulación.

PASO 3: Visualizar el valor de la potencia consumida o generada por cada componente mediante el uso del botón *Enable Bias Power Display* :

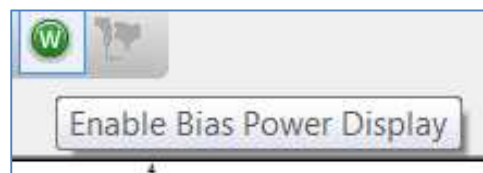


Figura 4-2. Botón “Enable Bias Power Display”, que permite visualizar las potencias en los componentes.

La figura 4-3 muestra el resultado de la simulación y la tabla 4-1 detalla la potencia consumida o generada por cada componente. También podemos visualizar las corrientes y tensiones de cada componente (ver la figura 4-4) y mediante el criterio de signos averiguar si el componente es pasivo o activo (ver el resumen de la figura 4-5).

IMPORTANTE: La etiqueta con el valor de la corriente indica el terminal por el que **entra** la corriente al componente.

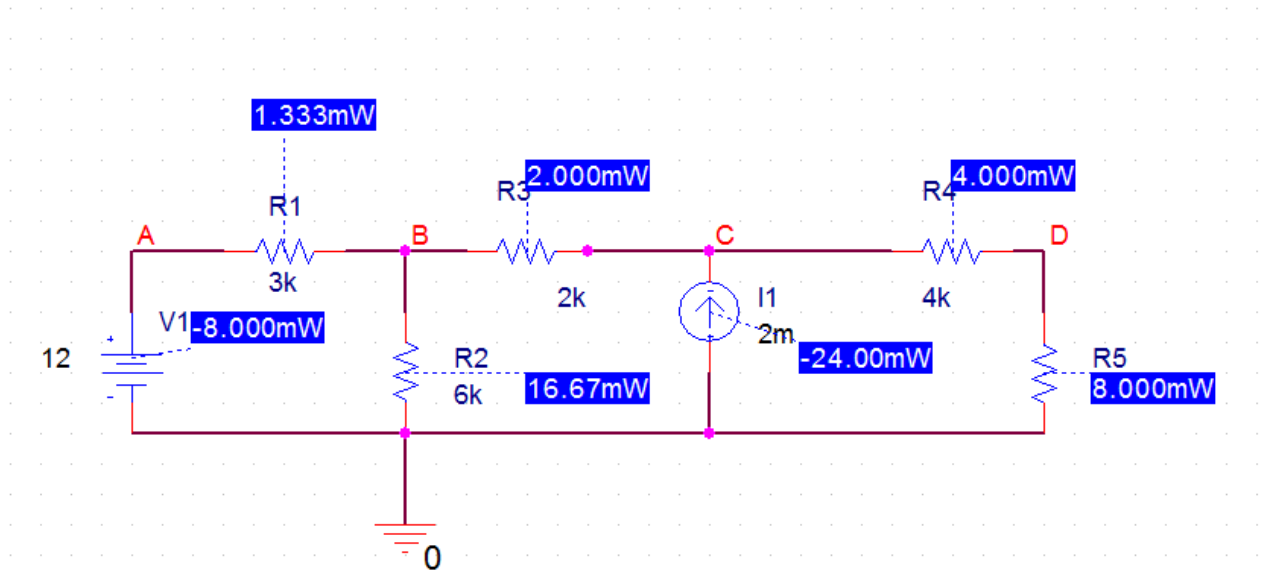


Figura 4-3. Resultado de la simulación del circuito del ejemplo. Valores de las potencias.

Componente	Potencia	Activo o Pasivo
V1	-8mW	ACTIVO
I1	-24mW	ACTIVO
R1	1.33mW	PASIVO
R2	16.67mW	PASIVO
R3	2 mW	PASIVO
R4	4 mW	PASIVO
R5	8 mW	PASIVO
SUMA DE POTENCIA TOTAL →	0mW	

Tabla 4-1. Balance de potencias del circuito del ejemplo.
(Activo: genera potencia, Pasivo: consume potencia)

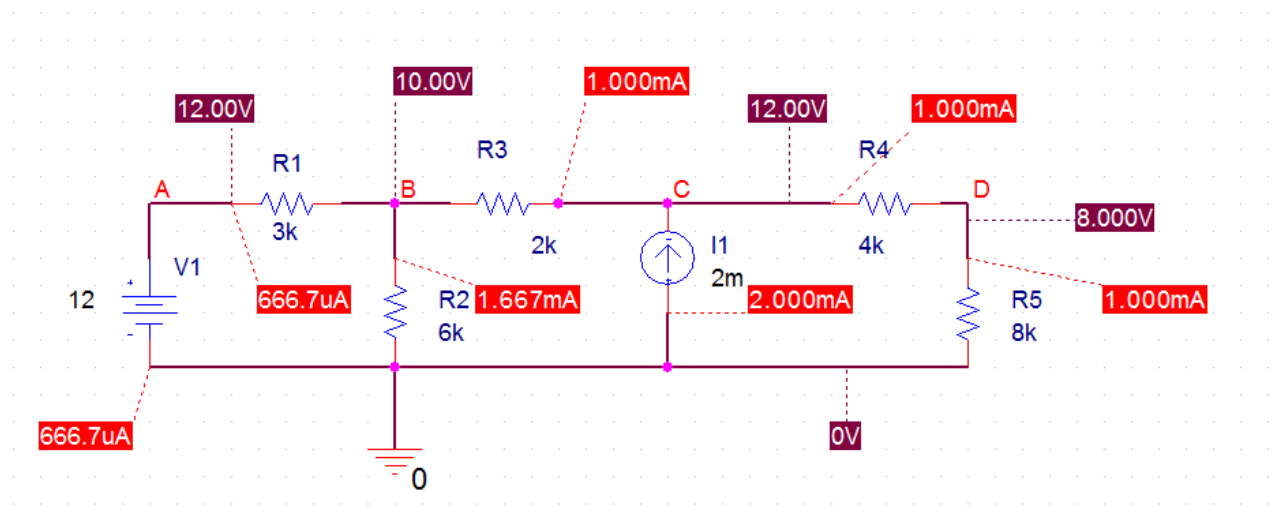
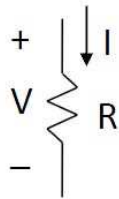


Figura 4-4. Resultado de la simulación del circuito del ejemplo. Valores de tensiones y las corrientes por cada componente.

- **Resistencias:** siempre elementos pasivos (siempre consumen energía)



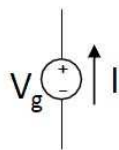
$$P = V \cdot I > 0$$

(siempre)

$$P = V \cdot I = V \cdot V/R = V^2/R$$

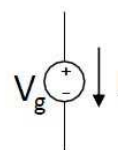
$$P = V \cdot I = I \cdot R \cdot I = I^2 \cdot R$$

- **Fuentes de tensión:** pueden ser activas o pasivas (pueden generar o consumir energía)



$$P = V_g \cdot (-I) < 0$$

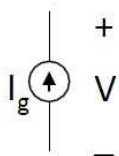
(activa)



$$P = V_g \cdot I > 0$$

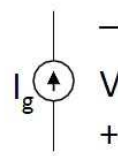
(pasiva)

- **Fuentes de intensidad:** pueden ser activas o pasivas (pueden generar o consumir energía)



$$P = (-V) \cdot I_g < 0$$

(activa)



$$P = V \cdot I_g > 0$$

(pasiva)

Figura 4-5. Componentes activos y pasivos.

2 EJERCICIOS DE BALANCE DE POTENCIAS EN DC CON EL ANÁLISIS BIAS POINT

En este apartado se proponen dos ejercicios para que el alumno practique con el balance de potencias de un circuito en *OrCAD* mediante el análisis *Bias Point*.

2.1 Ejercicio 1

Calcula las potencias de los elementos de siguiente circuito mediante un análisis *Bias Point* e indica si son activos (generan potencia) o pasivos (consumen potencia):

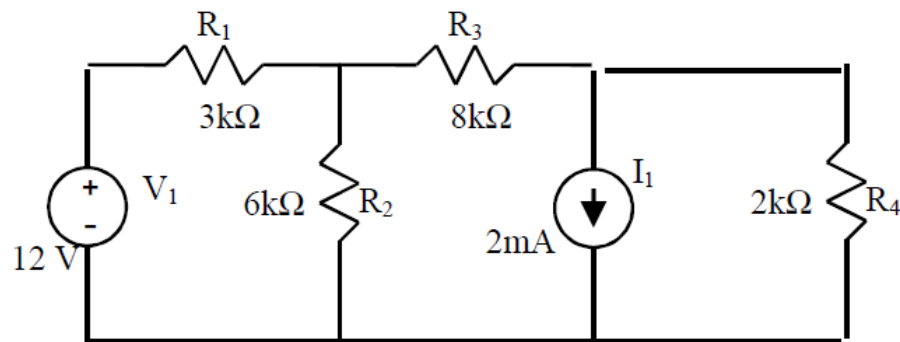


Figura 4-6. Circuito del ejercicio 4.2.1

2.2 Ejercicio 2

Calcula las potencias de los elementos de siguiente circuito mediante un análisis *Bias Point* e indica si son activos (generan potencia) o pasivos (consumen potencia):

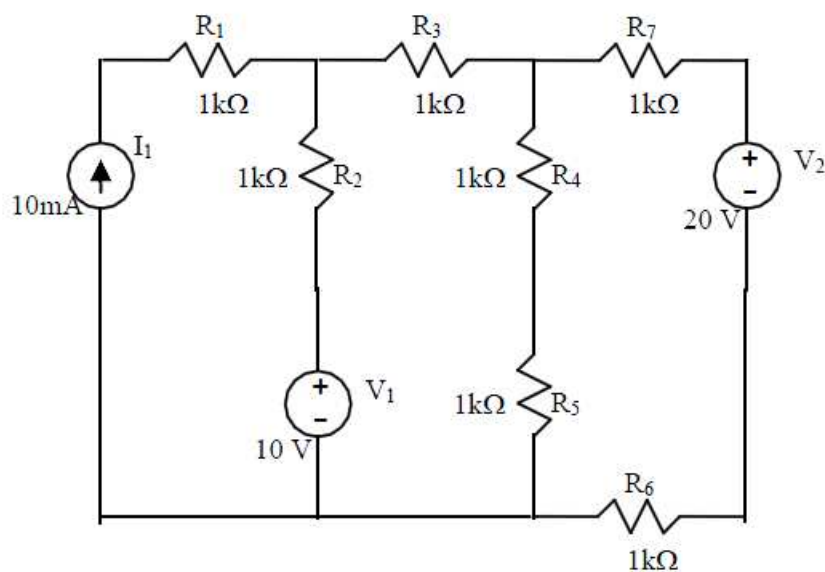


Figura 4-7. Circuito del ejercicio 4.2.2.

3 BALANCE DE POTENCIAS EN DC CON EL ANÁLISIS TIME DOMAIN

También es posible utilizar el análisis *Time Domain (Transient)* para calcular las potencias de los componentes de un circuito.

En este caso, simplemente, hay que visualizar las potencias de los componentes añadiendo marcadores de potencia sobre los elementos del circuito dentro de la aplicación *Capture*, o bien, desde la aplicación *PSpice AD Demo*, mediante el uso del botón *Add Trace*.

En la figura 4-8 podemos ver el resultado de seleccionar las potencias de todos los componentes del circuito del ejemplo (figura 4-1).

IMPORTANTE: En *OrCAD*, la potencia se denota con la letra *W*. Por ejemplo, la potencia consumida por la resistencia *R1*, es *W(R1)*.

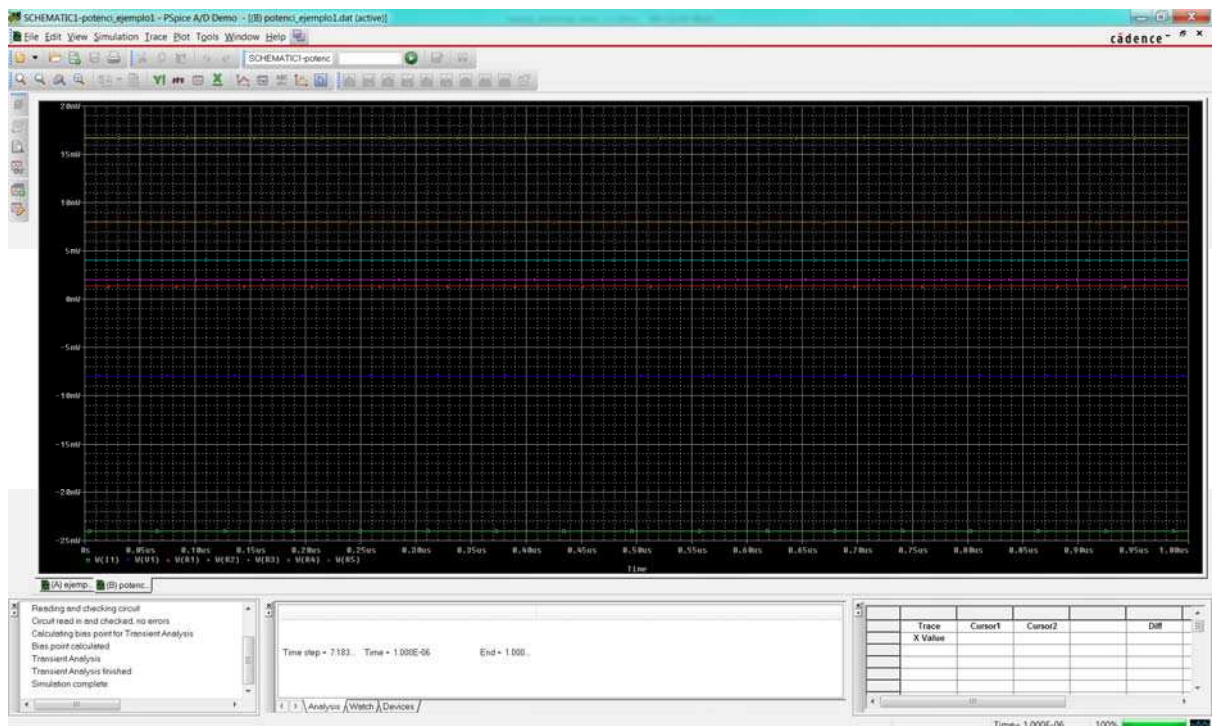


Figura 4-8. Visualización de las potencias (*W*) de los componentes en PSpice AD.

4 EJERCICIOS DE BALANCE DE POTENCIA EN DC CON EL ANÁLISIS TIME DOMAIN

En este apartado se propone un ejercicio para que el alumno practique con el balance de potencias de un circuito en *OrCAD* mediante el análisis *Time Domain (Transient)*.

4.1 Ejercicio 1

Calcula las potencias de los elementos de siguiente circuito mediante un análisis *Time Domain (Transient)* e indica si son activos (generan potencia) o pasivos (consumen potencia):

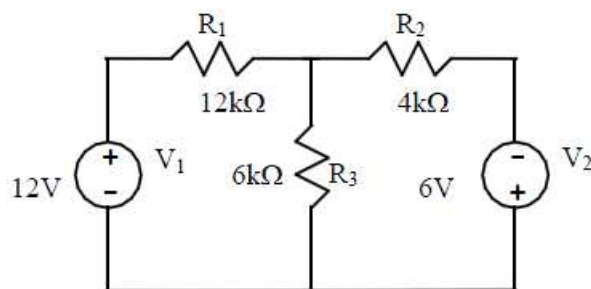


Figura 4-9. Circuito del ejercicio 4.4.1.

5 MAXIMA TRANSFERENCIA DE POTENCIA: BARRIDO DE UNA RESISTENCIA

El barrido DC de una resistencia (*DC Sweep*) permite averiguar el valor que ha de tener una resistencia para obtener la máxima transferencia de potencia del circuito al que está conectada.

Vamos a utilizar el circuito del apartado 3.4.3 de la práctica anterior para ilustrar como realizar este cálculo.

Para el circuito divisor de tensión de la figura 4-10, realizaremos un barrido del valor de la resistencia R2 desde $1\text{k}\Omega$ hasta $20\text{k}\Omega$ con incrementos de $1\text{k}\Omega$ y visualizaremos la tensión en bornes de R2 y la corriente que le atraviesa:

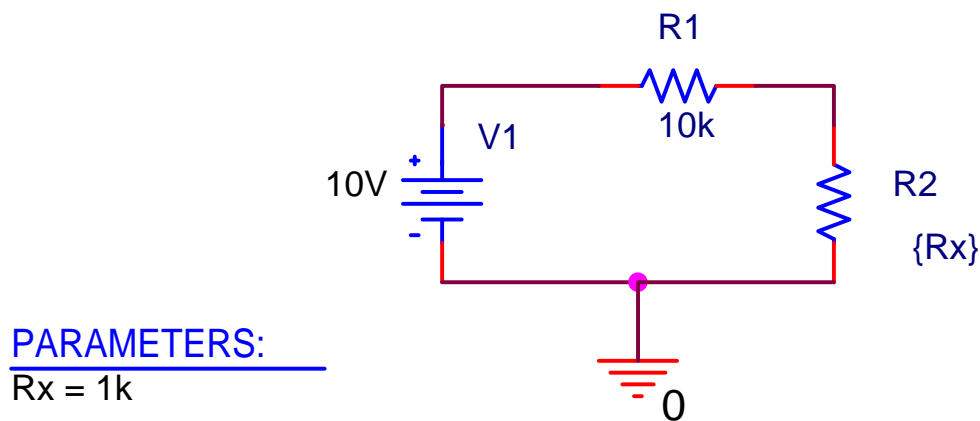


Figura 4-10. Circuito divisor de tensión.

Al dibujar el circuito de la figura 4-10 debemos poner {Rx} como el valor de R2, sin olvidarnos las llaves.

Además, para realizar el barrido paramétrico del valor de la resistencia R2 debemos utilizar el componente denominado PARAM de la librería SPECIAL. Una vez situado PARAM en el esquemático lo seleccionamos mediante un doble click de manera que nos aparece una nueva ventana con todas las propiedades del parámetro PARAM:

SCHEMATIC1									
Filter by: < Current properties >									
	Power Pins Visible	Primitive	PSPiceOnly	Reference	Rx	Source Library	Source Package	Source Part	Value
1	<input type="checkbox"/>	DEFAULT	TRUE	1	1k	C:\ORCAD\ORCAD...	PARAM	PARAM.Normal	PARAM

Figura 4-11. Detalle de las propiedades de PARAM.

Pulsamos sobre el botón *New Column*, y aparecerá la ventana de diálogo siguiente:

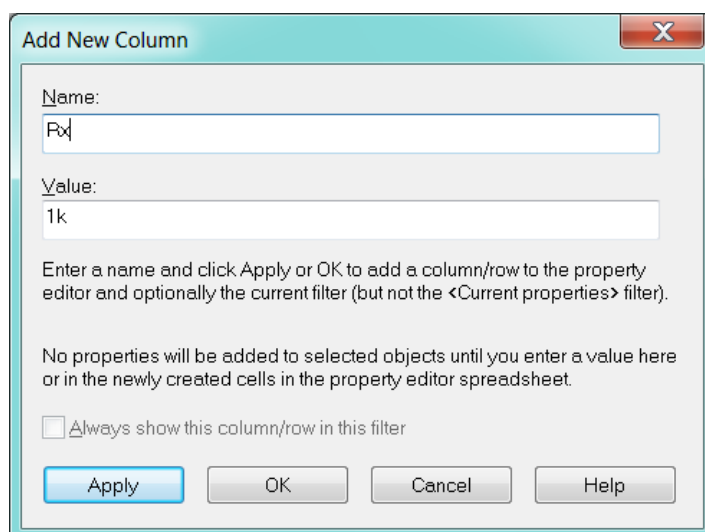


Figura 4-12. Definición de un nuevo parámetro en PARAM.

En la ventana anterior escribiremos el nombre con el que definimos la variable que queremos variar, en este caso el valor de la resistencia R2, que denominaremos Rx, y le pondremos un valor por defecto, por ejemplo 1kΩ. Si queremos visualizar el nuevo componente PARAM denominado Rx en el esquemático, debemos activar la opción de display dentro de las propiedades de PARAM.

Además también tendremos que modificar el valor de R2, por defecto 1k, y cambiarlo por {Rx}.

En las opciones de simulación de DC Sweep seleccionaremos como *Sweep Variable* la opción *Global Parameter*, y en la casilla *Parameter name* escribiremos el nombre de nuestra variable, en este caso Rx, y sin llaves:

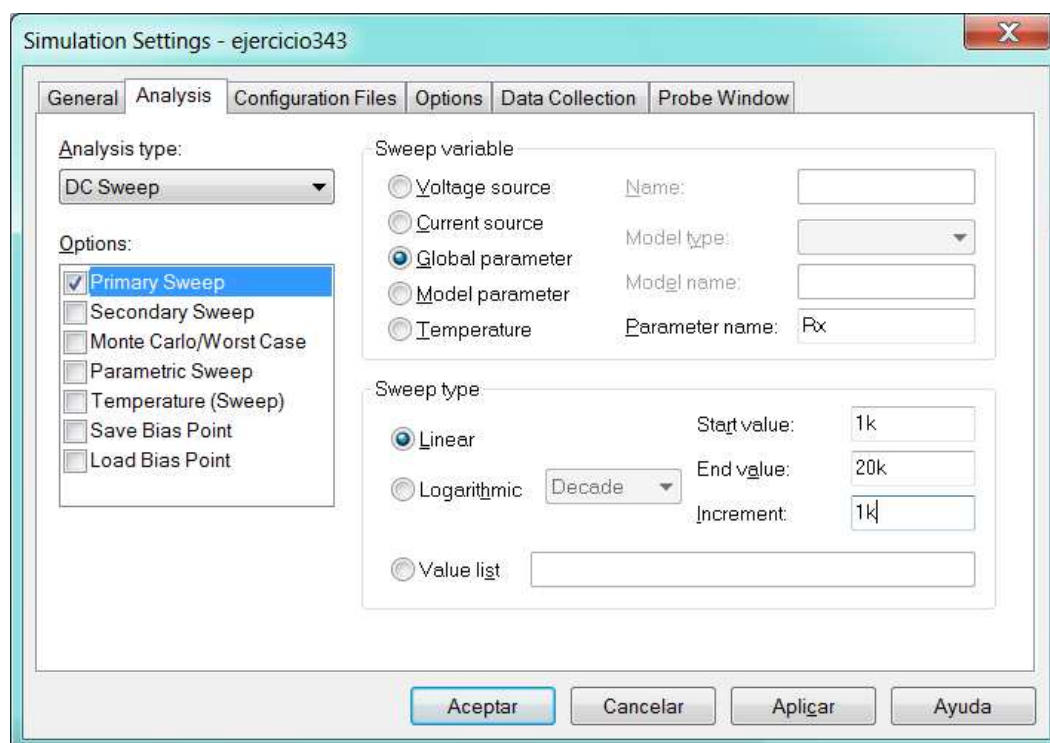




Figura 4-13. Ventana de diálogo con las opciones de simulación.

Si representamos la potencia de la resistencia R_2 , es decir, $W(R_2)$, podemos ver como el máximo valor se da cuando $R_2 = 10\text{k}\Omega$, que es valor de la resistencia de Thevenin del circuito al que está conectada.

La figura 4-14 muestra la representación de la potencia de R_2 , en función del valor de R_2 . Se puede apreciar claramente este valor máximo para $R_2 = 10\text{k}\Omega$, con un valor de 2.5mW .

Para apreciar el valor máximo de la potencia podemos utilizar el botón *Toggle Cursor*  y el botón que marca el punto máximo de la curva, *Cursor Peak* .

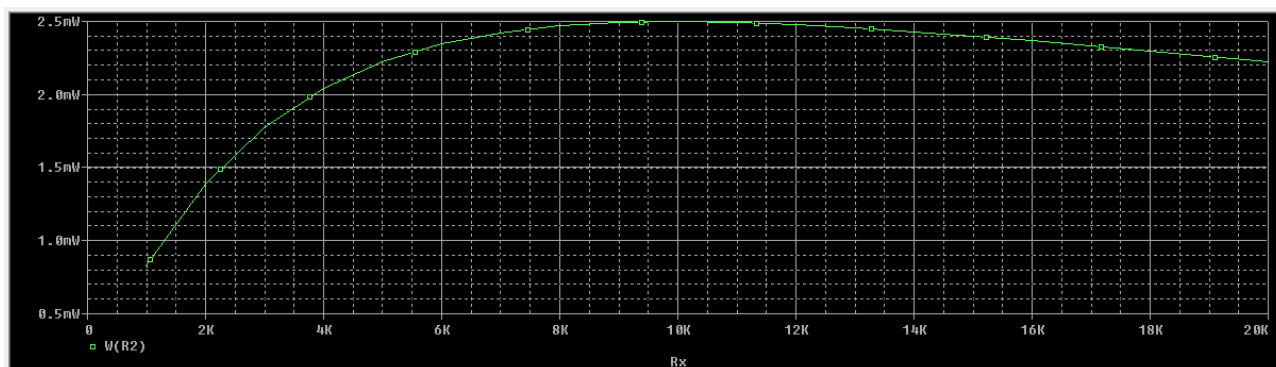


Figura 4-14. Representación de $W(R_2)$ en función del valor de R_2 .

6 EJERCICIOS DE MAXIMA TRANSFERENCIA DE POTENCIA

En este apartado se propone un ejercicio para que el alumno practique con el cálculo de la resistencia para máxima transferencia de potencia.

6.1 Ejercicio 1

Encontrad el valor de R_L para la máxima transferencia de potencia. ¿Cuál es el valor de la potencia consumida por R_L ?

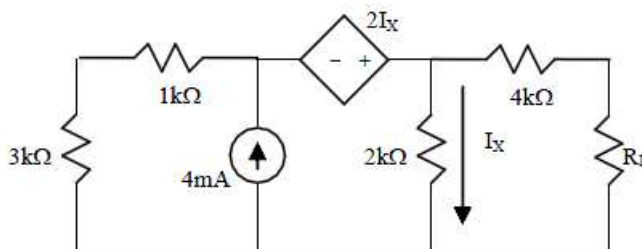


Figura 4-15. Circuito del ejercicio 4.6.1.

PRÁCTICA 5

CIRCUITOS DE PRIMER ORDEN

1 INTRODUCCIÓN

En esta práctica se analizarán los circuitos transitorios de primer orden.

Primero vamos a ver como se produce la carga y descarga de un condensador.

2 CARGA DE UN CONDENSADOR

El siguiente circuito describe el proceso de carga de un condensador:

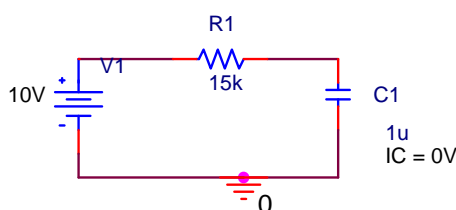


Figura 5-1. Circuito de carga de C.

Inicialmente suponemos que el condensador no tiene carga, es decir, que su tensión en los extremos en $t=0$ es 0V. Para indicar esta condición inicial en el programa, debemos seleccionar en las propiedades de C el atributo IC y darle el valor de 0V.

2.1Ejercicio: Carga de C.

Simula el circuito de la figura 5-1, para ello realiza un análisis tipo Time Domain (Transient). Realiza la simulación durante 100ms o más (Run to time = 100ms). Visualiza la tensión y corriente en el condensador.

2.2Ejercicio: Carga de C.

Simula el circuito de la figura 5-2, para ello realiza un análisis tipo Time Domain (Transient). Realiza la simulación durante 100ms o más (Run to time = 100ms). Visualiza la tensión y corriente en el condensador.

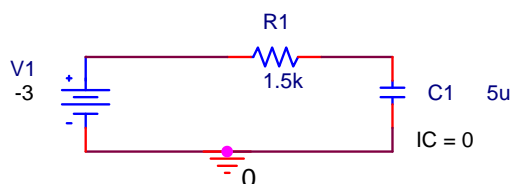


Figura 5-2. Circuito de carga de C.

2.3 Ejercicio: Estudio de la constante de tiempo de carga.

Para estudiar como afectan los valores de la constante de tiempo a la carga del condensador vamos a realizar un análisis paramétrico del circuito de la figura 5-1. Mediante el análisis paramétrico realizaremos diversas simulaciones con varios valores de la resistencia R1.

Para activar este análisis realizaremos los siguientes pasos:

PASO 1. Al igual que hicimos en la práctica 3 (análisis mediante barrido DC Sweep), utilizaremos el componente denominado PARAM de la librería SPECIAL. Una vez situado PARAM en el esquemático lo seleccionamos mediante un doble click de manera que nos aparecerá una nueva ventana con todas las propiedades del parámetro PARAM:

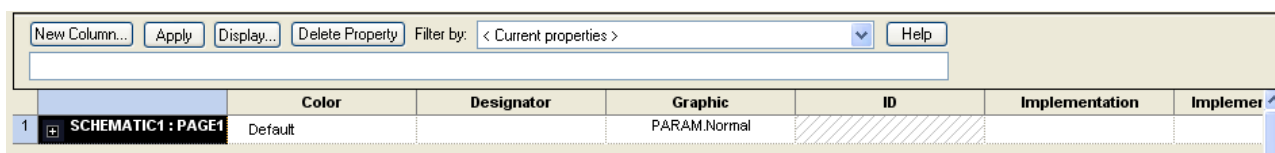


Figura 5-3. Detalle de las propiedades de PARAM.

Pulsaremos sobre el botón New Column, y aparecerá la ventana de diálogo siguiente:

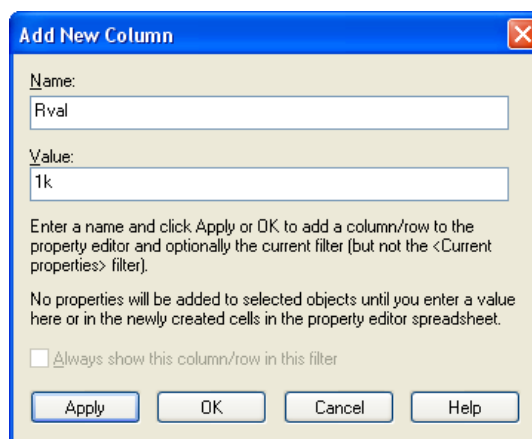


Figura 5-4. Definición de un nuevo parámetro en PARAM.

En la ventana anterior escribiremos el nombre con el que definimos la variable que queremos variar, en este caso el valor de la resistencia de carga R1, que denominaremos Rval, y le pondremos un valor por defecto, por ejemplo 1kΩ. Y también tendremos que modificar el valor de R1, por defecto 1k, y cambiarlo por {Rval}.

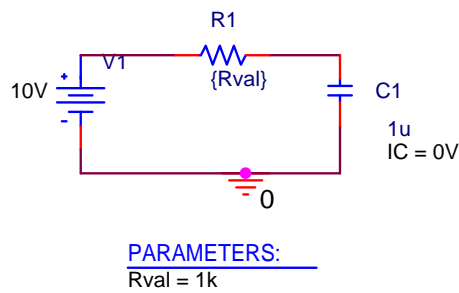


Figura 5-5. Circuito de carga de C en el análisis paramétrico.

PASO 2. Seleccionaremos la opción Parametric Sweep dentro de las opciones de simulación para el análisis Time Domain (Transient). Seleccionaremos el tipo de variable (Sweep variable), que en este caso es Global parameter por tratarse de una resistencia y marcaremos el tipo de barrido a realizar, lineal y los valores que tomará la resistencia: R1 tomará los valores comprendidos entre 1kΩ y 20 kΩ, con incrementos de 1kΩ.

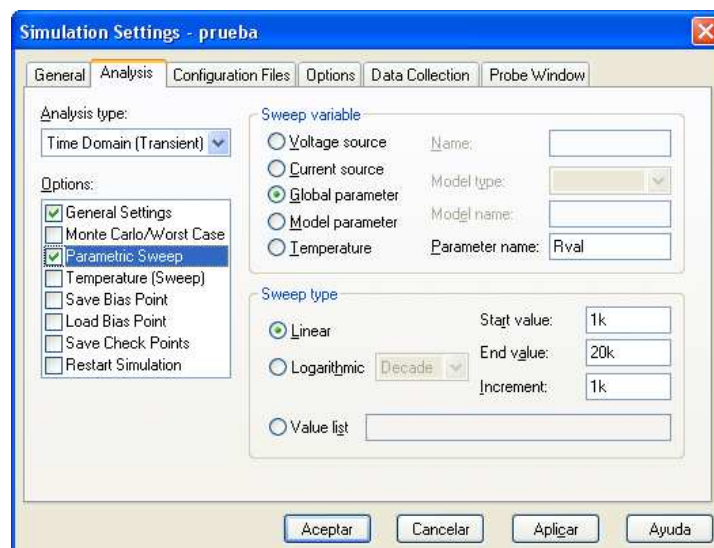


Figura 5-6. Opciones de simulación del análisis paramétrico.

Tras la simulación, visualizad la tensión en extremos del condensador.

¿Cómo afecta el valor de R1 al tiempo de carga del condensador?

3 DESCARGA DE UN CONDENSADOR

El siguiente circuito describe el proceso de descarga de un condensador:

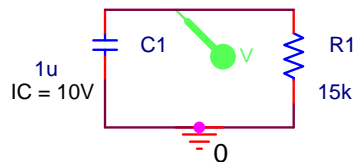


Figura 5-7. Circuito de descarga de C.

Inicialmente suponemos que el condensador está cargado a 10V, es decir, que su tensión en los extremos en $t=0$ es 10V. Para indicar esta condición inicial en el programa, debemos seleccionar en las propiedades de C el atributo IC y darle el valor de 10V.

3.1 Ejercicio: Descarga de C.

Simula el circuito de la figura 5-7, para ello realiza un análisis tipo Time Domain (Transient). Realiza la simulación durante 100ms o más (Run to time = 100ms). Visualiza la tensión y corriente en el condensador.

4 CIRCUITO DE CARGA Y DESCARGA DE UN CONDENSADOR

4.1 Circuito de carga y descarga de un condensador con interruptores.

Una vez vistos los dos procesos de básicos de carga y descarga los vamos a estudiar de forma simultánea mediante el siguiente circuito con interruptores:

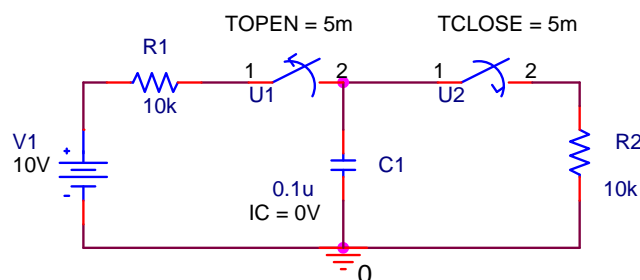


Figura 5-8. Circuito de carga y descarga de C mediante interruptores.

Los elementos nuevos del circuito anterior son los interruptores Sw_tOpen y Sw_tClose que se encuentran en la librería EVAL. Sw_tOpen es un interruptor que inicialmente está cerrado (en $t=0$) y se abre en un tiempo determinado que introducimos cambiando el valor del atributo TOPEN, y Sw_tClose es un interruptor que inicialmente está abierto (en $t=0$) y se cierra en un tiempo determinado que introducimos cambiando el valor del atributo TCLOSE.

En el circuito anterior, el condensador está inicialmente descargado ($IC=0V$). Los interruptores conmutan a la vez en el tiempo $t=5ms$.

Visualiza la tensión en el condensador para apreciar la curva de carga y descarga, para ello selecciona el tipo de análisis Time Domain (Transient). Realiza la simulación durante 15ms (Run to time = 15ms).

4.2 Circuito de carga y descarga de un condensador mediante generador de tensión.

Ahora vamos a ver los procesos de carga y descarga del condensador mediante un circuito sin interruptores pero donde se producen los cambios de tensión utilizando un generador de trenes de pulsos de tensión, VPULSE.

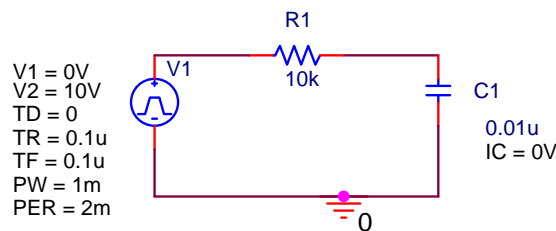


Figura 5-9. Circuito de carga y descarga de C utilizando un generador de tensión.

El generador de tensión VPULSE tiene los siguientes atributos:

- V1 = tensión original
- V2 = tensión del pulso
- TD = time delay = tiempo de retardo
- TR = time rise = tiempo de subida
- TF = time fall = tiempo de bajada
- PW = anchura del pulso
- PER = periodo de la señal

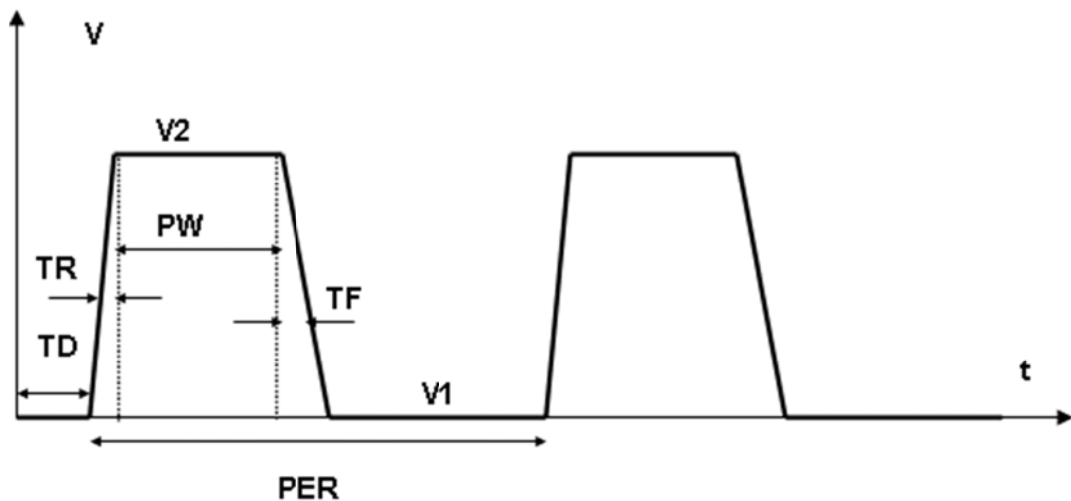


Figura 5-10. Tren de pulsos genérico.

Simula el circuito de la figura 5-9 con los valores de los componentes indicados en el dibujo y visualiza la tensión generada por VPULSE y la tensión en extremos del condensador.

5 CARGA Y DESCARGA DE UNA BOBINA.

Visualiza las curvas de carga y descarga de una bobina (intensidad que pasa por la bobina) modificando el circuito de la figura 5-8 de forma que el condensador se sustituya por una bobina. Elige el valor de la bobina para que la constante de tiempo del circuito sea la misma que el circuito de carga y descarga del condensador.

PRÁCTICA 6

CIRCUITOS DE SEGUNDO ORDEN



1 INTRODUCCIÓN.

En esta práctica vamos a analizar algunos ejemplos de circuitos de segundo orden.

Estudiaremos sólo los casos RLC serie y RLC paralelo:

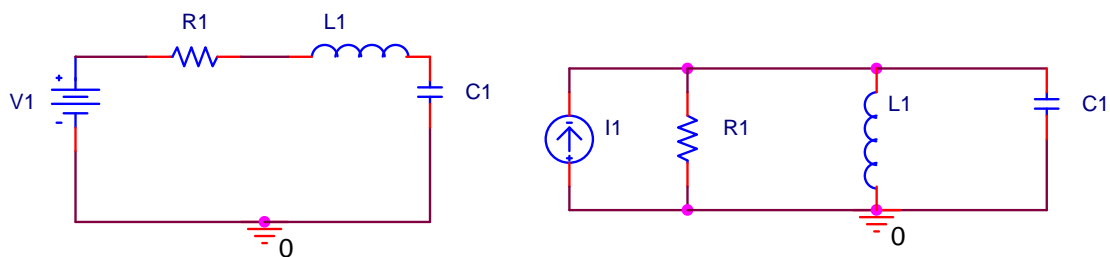


Figura 6-1. Circuitos RLC serie y RLC paralelo.

En general, la ecuación diferencial que describe el comportamiento de ambos sistemas es:

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} + 2 \cdot \xi \cdot \omega_n \cdot \frac{dx(t)}{dt} + \omega_n^2 \cdot x(t) = 0$$

Para el circuito RLC serie:

$$\frac{d^2i(t)}{dt^2} + \frac{R}{L} \cdot \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{LC} \cdot i(t) = 0$$

$$\omega_n = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\xi = R \frac{\sqrt{LC}}{2L}$$

y para el RLC paralelo:

$$\frac{d^2v(t)}{dt^2} + \frac{1}{RC} \cdot \frac{dv(t)}{dt} + \frac{1}{LC} \cdot v(t) = 0$$

$$\omega_n = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\xi = \frac{1}{R} \frac{\sqrt{LC}}{2C}$$

Existen tres tipos de respuesta según el valor del coeficiente de amortiguamiento ξ :

$\xi > 1$ sistema sobreamortiguado	$x(t) = K_1 e^{s_1 t} + K_2 e^{s_2 t}$ $s^2 + 2 \cdot \xi \cdot \omega_n \cdot s + \omega_n^2 = 0 \rightarrow s_1, s_2$
$\xi = 1$ sistema críticamente amortiguado	$x(t) = K_1 e^{-\sigma t} + K_2 \cdot t \cdot e^{-\sigma t}$ $\sigma = \xi \cdot \omega$
$\xi < 1$ sistema subamortiguado	$x(t) = e^{-\sigma t} [A_1 \cdot \cos(\omega_d \cdot t) + A_2 \cdot \text{sen}(\omega_d \cdot t)]$ $\sigma = \xi \cdot \omega_n$ $\omega_d = \omega_n \cdot \sqrt{1 - \xi^2}$

2 EJERCICIOS: ESTUDIO DE LAS RESPUESTAS DE LOS CIRCUITOS RLC SERIE Y PARALELO.

2.1 Estudio de la respuesta de un circuito RLC serie.

a) Ejercicio: sistema sobreamortiguado

Simula el circuito de la figura 6-2, para ello realiza un análisis tipo *Time Domain (Transient)*. Realiza la simulación durante 10ms o más (Run to time = 10ms). Visualiza la corriente del circuito (por ejemplo, visualiza la corriente a través de la resistencia $I(R1)$) y observa que se trata de una respuesta sobreamortiguada. Calcula teóricamente el valor del coeficiente de amortiguamiento ξ .

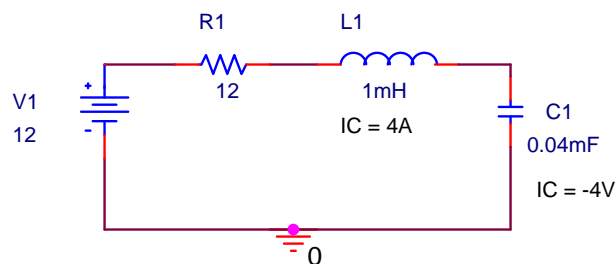


Figura 6-2. Circuito RLC serie sobreamortiguado.

b) Ejercicio: sistema subamortiguado

Simula el circuito de la figura 5-3 (idéntico al de la figura 5-2 excepto en el valor de la resistencia), para ello realiza un análisis tipo *Time Domain (Transient)*. Realiza la simulación durante 10ms o más (Run to time = 10ms). Visualiza la corriente del circuito y observa que se trata de una respuesta subamortiguada. Calcula teóricamente el valor del coeficiente de amortiguamiento ξ .

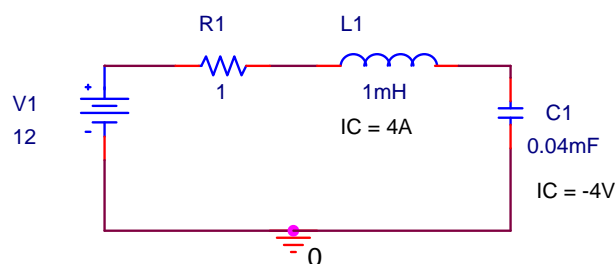


Figura 6-3. Circuito RLC serie subamortiguado.

c) Ejercicio: sistema críticamente amortiguado

Calcula el valor que ha de tener $R1$ para que el circuito anterior (figura 6-3.) sea críticamente amortiguado, es decir, $\xi=1$. (Utiliza las fórmulas del primer apartado). Realiza la simulación del circuito con el valor de resistencia calculado.

2.2 Estudio de la respuesta de un circuito RLC paralelo.

a) Ejercicio: sistema sobreamortiguado

Simula el circuito de la figura 6-4, para ello realiza un análisis tipo *Time Domain (Transient)*. Realiza la simulación durante 150ms o más (Run to time = 150ms). Visualiza la tensión en los extremos del condensador y observa que se trata de una respuesta sobreamortiguada. Calcula teóricamente el valor del coeficiente de amortiguamiento ξ .

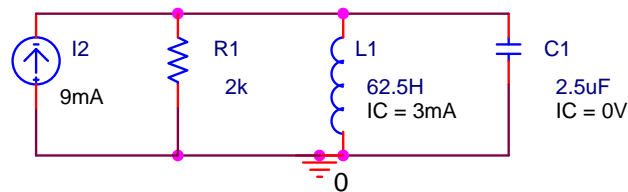


Figura 6-4. Circuito RLC paralelo sobreamortiguado.

b) Ejercicio: sistema subamortiguado

Calcula el valor que ha de tener R1 para que el circuito anterior (figura 6-4.) sea subamortiguado, es decir, $\xi < 1$. (Utiliza las fórmulas del primer apartado, por ejemplo fijad $\xi = 0.6$). Realiza la simulación del circuito con el valor de resistencia calculado.

c) Ejercicio: sistema críticamente amortiguado

Calcula el valor que ha de tener R1 para que el circuito anterior (figura 6-4.) sea críticamente amortiguado, es decir, $\xi = 1$. (Utiliza las fórmulas del primer apartado). Realiza la simulación del circuito con el valor de resistencia calculado.

PRÁCTICA 7

ANÁLISIS DE CIRCUITOS EN AC

1 COMPORTAMIENTO DE R, L, Y C EN ALTERNA.

1.1 Comportamiento resistivo

En el circuito de la figura 7-1 hay una resistencia en serie con una fuente de tensión alterna. La impedancia del circuito es puramente resistiva.

El componente utilizado para la fuente de tensión es VSIN, que se encuentra en la librería SOURCE. La señal de alterna generada por la fuente es $V(t) = 5 \cdot \cos(100 \cdot 2\pi \cdot t) (V)$, es decir, tiene una amplitud igual a 5 V ($VAMPL = 5$), una frecuencia de 100 Hz ($FREQ = 100$), su ángulo de fase es 0 ($PHASE = 0$), y está centrada en el 0, o lo que es lo mismo, no tiene tensión de offset ($VOFF = 0$).

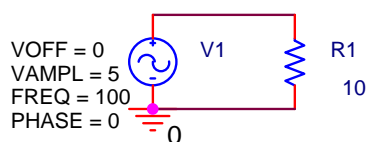


Figura 7-1. Circuito resistivo en AC

Simula el circuito de la figura 7-1 para ello realiza un análisis tipo *Time Domain (Transient)*. Realiza la simulación durante 40ms o más (*Run to time = 40 ms*).

Visualiza la corriente y la tensión en la resistencia y observa que tienen la misma fase. ¿Cuáles son los valores de amplitud de la tensión y corriente en la resistencia?

1.2 Comportamiento inductivo

En el circuito de la figura 7-2 hay una bobina y una resistencia en serie con una fuente de tensión alterna. La impedancia del circuito es de tipo inductivo.

El componente utilizado para la fuente de tensión es VSIN, que se encuentra en la librería SOURCE. La señal de alterna generada por la fuente es $V(t) = 5 \cdot \cos(100 \cdot 2\pi \cdot t)$ (V), es decir, tiene una amplitud igual a 5 V ($VAMPL = 5$), una frecuencia de 100 Hz ($FREQ = 100$), su ángulo de fase es 0 ($PHASE = 0$), y está centrada en el 0, o lo que es lo mismo, no tiene tensión de offset ($VOFF = 0$).

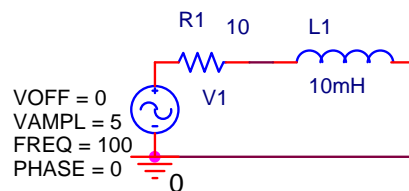


Figura 2. Circuito inductivo en AC.

Simula el circuito de la figura 7-2. Para ello realiza un análisis tipo *Time Domain* (*Transient*). Realiza la simulación durante 60ms o más (*Run to time = 60 ms*).

Visualiza la corriente y la tensión en la bobina y observa su desfase.

¿Cuál es el valor de este desfase?

1.3 Comportamiento capacitivo

En el circuito de la figura 7-3 hay un condensador y una resistencia en serie con una fuente de tensión alterna. La impedancia del circuito es de tipo capacitivo.

El componente utilizado para la fuente de tensión es VSIN, que se encuentra en la librería SOURCE. La señal de alterna generada por la fuente es $V(t) = 5 \cdot \cos(100 \cdot 2\pi \cdot t)$ (V), es decir, tiene una amplitud igual a 5 V ($VAMPL = 5$), una frecuencia de 100 Hz ($FREQ = 100$), su ángulo de fase es 0 ($PHASE = 0$), y está centrada en el 0, o lo que es lo mismo, no tiene tensión de offset ($VOFF = 0$).

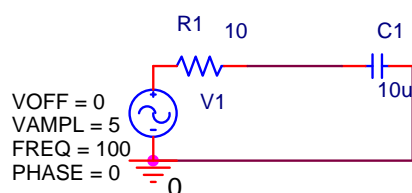


Figura 7-3. Circuito capacitivo en AC.

Simula el circuito de la figura 7-3. Para ello realiza un análisis tipo *Time Domain (Transient)*. Realiza la simulación durante 60ms o más (*Run to time = 60 ms*).

Visualiza la corriente y la tensión en el condensador y observa su desfase.

¿Cuál es el valor de este desfase?

2. ANÁLISIS DE CIRCUITOS EN ALTERNA: AC SWEEP.

2.1 Introducción.

Para realizar este tipo de análisis hay que seleccionar la opción *AC Sweep/Noise* de la ventana de diálogo *Simulation Settings*:

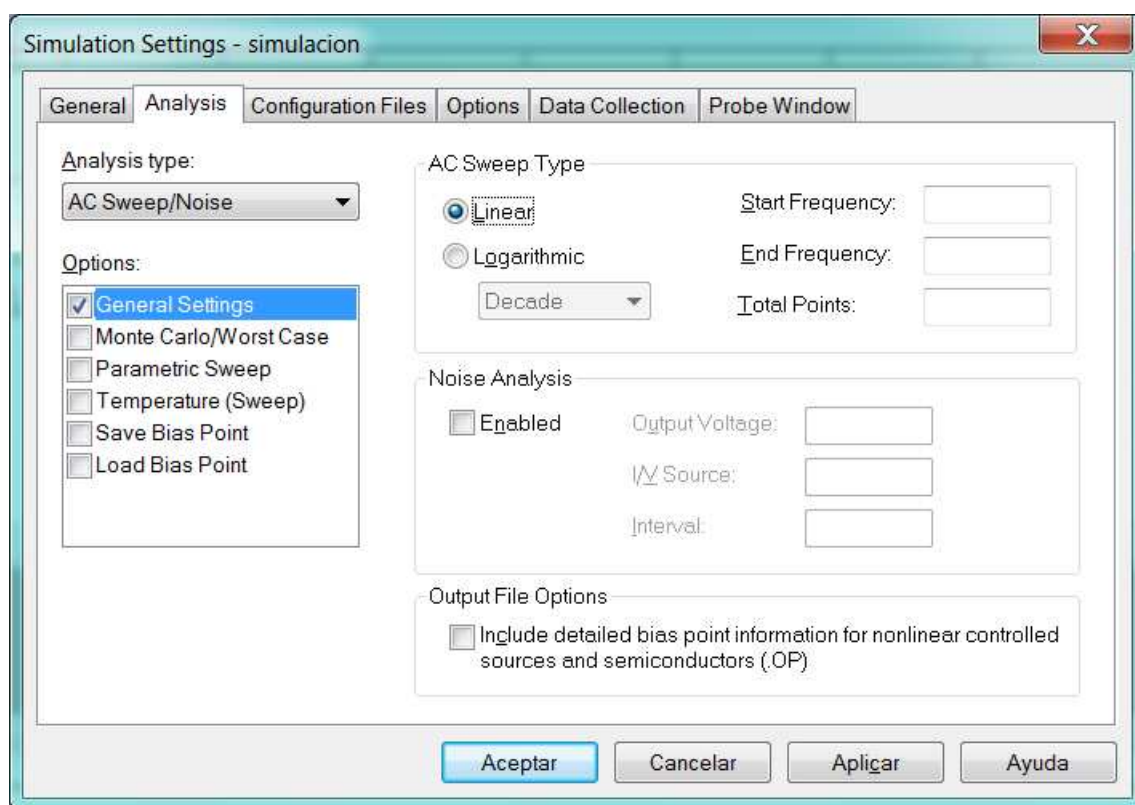


Figura 7-4. Análisis AC Sweep.

Este análisis calcula la respuesta en frecuencia del circuito para un rango dado de frecuencias.

IMPORTANTE: En la parte superior derecha de la ventana de diálogo (*AC Sweep Type*) se selecciona el tipo de barrido a realizar: lineal (*Linear*) o logarítmico (*Logarithmic*). Debemos marcar la opción **Linear**.

Start Frequency permite fijar la frecuencia de comienzo y *End Frequency* permite fijar la frecuencia de finalización del análisis. *Total Points* es el número de puntos en los que deseamos que calcule los datos.

2.2 Ejemplo de análisis en alterna.

Para el circuito de la figura 7-5 queremos hallar la intensidad I :

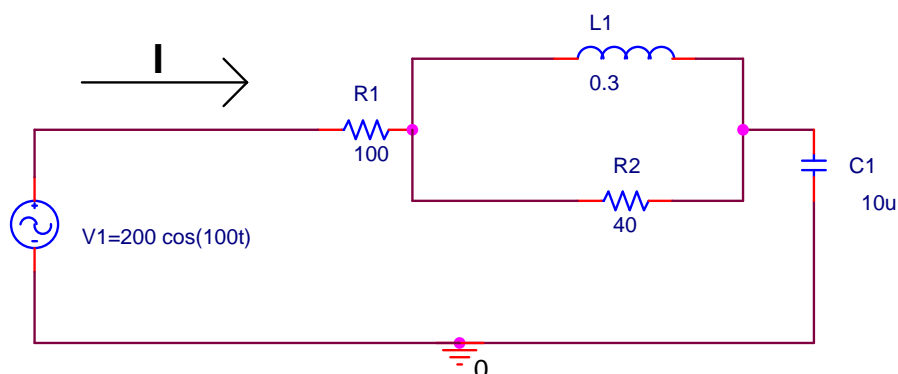


Figura 7-5. Ejemplo de análisis en alterna.

Si realizamos los cálculos teóricos obtenemos:

$$I = 0.2 \cdot \cos(100 \cdot t + 83.1) \text{ (A)}.$$

Para comprobar este resultado con OrCAD dibujaremos el circuito anterior y realizaremos un análisis AC Sweep.

IMPORTANTE: La figura 7-5 es una representación simbólica del circuito y la figura 7-6 muestra el circuito con los elementos de OrCAD.

El componente utilizado para la fuente de tensión es VAC, que se encuentra en la librería SOURCE. En los atributos de la fuente debemos poner en ACMAG el valor de la amplitud de la fuente (ACMAG = 200), y en ACPHASE el valor de la fase en grados (ACPHASE=0) (Ver figura 7-6, que muestra el circuito con los componentes de OrCAD).

Una vez dibujado el circuito habrá que indicarle que tipo de análisis hay que realizar, en este caso queremos obtener la respuesta en frecuencia por tanto seleccionaremos el análisis AC Sweep. Dentro de la ventana de diálogo de la configuración de este tipo de análisis seleccionaremos el tipo de barrido lineal, el número de puntos 1 y la frecuencia de comienzo y fin la misma e igual a la frecuencia de la fuente de tensión V1. Como $\omega = 100 = 2 \pi f$ despejando f obtenemos un valor 15.915 Herzios. (Ver figura 7-7.)

Tras configurar el análisis habrá que indicarle al programa qué valores deseamos visualizar en el fichero de salida. Para ello introducimos un nuevo componente que nos permite especificar que valores deseamos visualizar en el fichero de salida. Este nuevo componente es IPRINT, dentro de la librería SPECIAL. IPRINT mide la intensidad en la rama donde se conecta. Se conecta en serie.

Para visualizar el módulo y la fase de la corriente en el fichero de salida *Output*, debemos poner un 1 en los atributos de IPRINT referidos al módulo y la fase, es decir, AC = 1, MAG = 1, PHASE = 1.

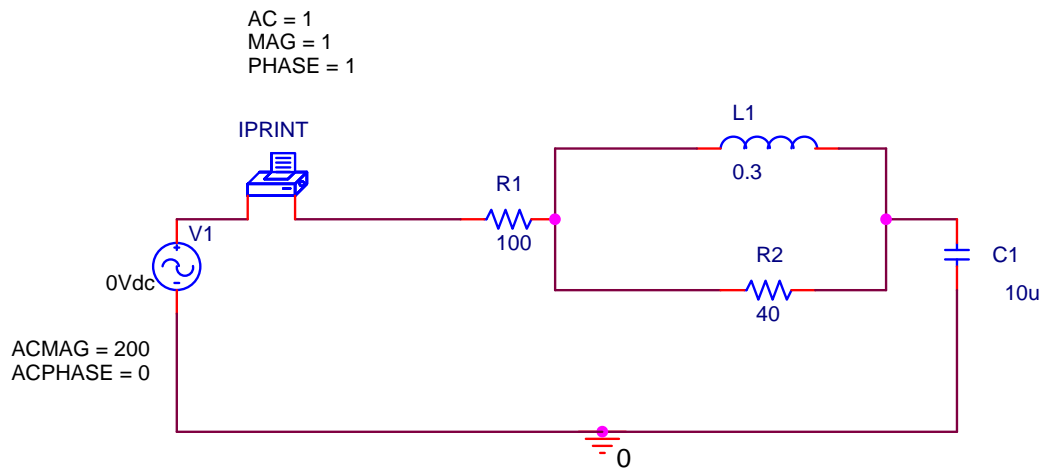


Figura 7-6. Ejemplo de análisis en alterna.

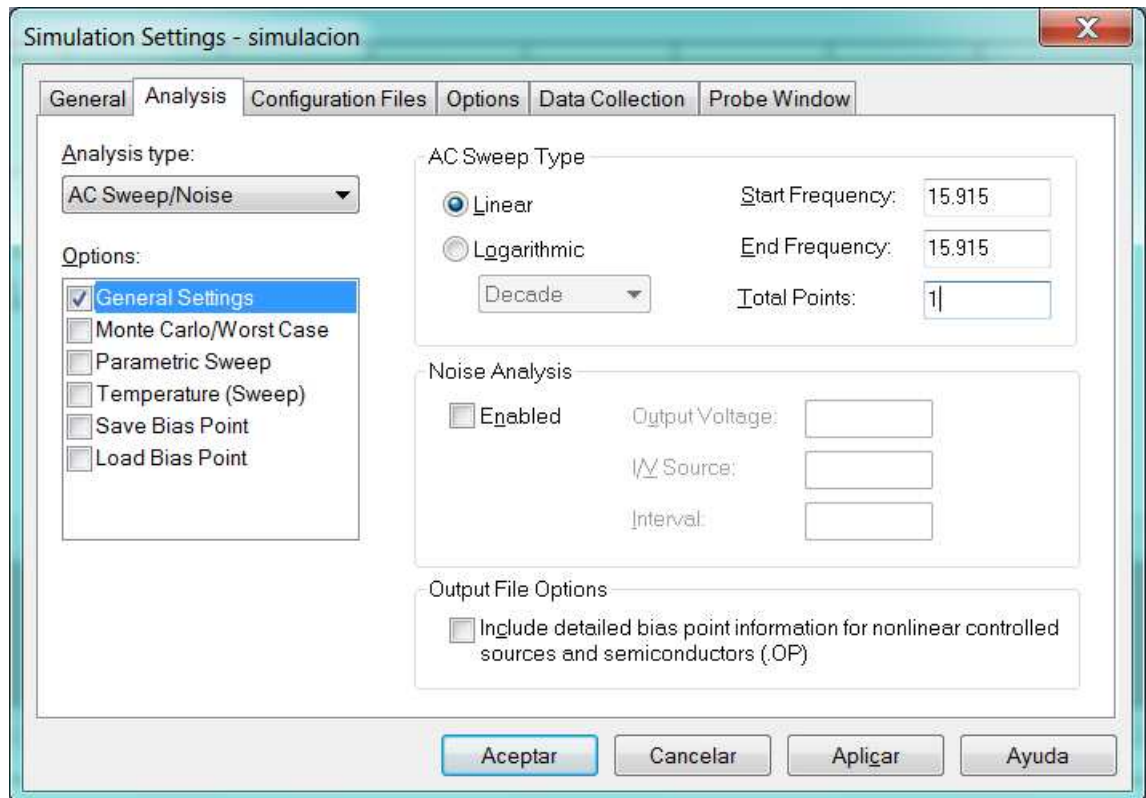


Figura 7-7. Configuración del Análisis AC Sweep.

Además de IPRINT, existen otros elementos que permite visualizar valores de tensión y corriente en el fichero de salida, son:

VPRINT1 voltage en el nudo en el cual dicho elemento esta conectado.

VPRINT2 voltage diferencial en los dos nudos en los cuales esta conectado.

IPRINT intensidad en la rama donde se conecta. Se conecta en serie.

Una vez realizados todos los pasos anteriores, examinaremos el fichero de salida **(Output File)** y obtendremos lo siguiente:

```

**** 12/17/01 13:54:02 ***** Evaluation PSpice (Nov 1999) *****

**      Profile:      "SCHEMATIC1-ac"      [      D:\UMH\asignaturas01_02\Teoria      de
Circuitos\Pspice\practica7\ac-SCHEMATIC1-ac.sim ]

****      CIRCUIT DESCRIPTION

*****

** Creating circuit file "ac-SCHEMATIC1-ac.sim.cir"
** WARNING: THIS AUTOMATICALLY GENERATED FILE MAY BE OVERWRITTEN BY SUBSEQUENT
SIMULATIONS

*Libraries:
* Local Libraries :
* From [PSPICE NETLIST] section of pspiceev.ini file:
.lib "nom.lib"

*Analysis directives:
.AC LIN 1 15.915 15.915
.PROBE
.INC "ac-SCHEMATIC1.net"

**** INCLUDING ac-SCHEMATIC1.net ****
* source AC
V_V1      N00148 0 DC 0Vdc AC 200 0
R_R1      N00127 N00016 100
R_R2      N00016 N00022 40
L_L1      N00016 N00022 0.3
C_C1      0 N00022 10u
V_PRINT1  N00148 N00127 0V

.PRINT      AC
+ IM(V_PRINT1)
+ IP(V_PRINT1)

```



```
**** RESUMING ac-SCHEMATIC1-ac.sim.cir ****
.INC "ac-SCHEMATIC1.als"
```

```
**** INCLUDING ac-SCHEMATIC1.als ****

.ALIASES
V_V1          V1(+=N00148 -=0 )
R_R1          R1(1=N00127 2=N00016 )
R_R2          R2(1=N00016 2=N00022 )
L_L1          L1(1=N00016 2=N00022 )
C_C1          C1(1=0 2=N00022 )
V_PRINT1      PRINT1(1=N00148 2=N00127 )
```

```
.ENDALIASES
```

```
**** RESUMING ac-SCHEMATIC1-ac.sim.cir ****
.END
```

```
**** 12/17/01 13:54:02 ***** Evaluation PSpice (Nov 1999) *****
```

```
** Profile: "SCHEMATIC1-ac" [ D:\UMH\asignaturas01_02\Teoria de
Circuitos\Pspice\practica7\ac-SCHEMATIC1-ac.sim ]
```

```
**** SMALL SIGNAL BIAS SOLUTION TEMPERATURE = 27.000 DEG C
```

```
*****
```

NODE	VOLTAGE	NODE	VOLTAGE	NODE	VOLTAGE	NODE	VOLTAGE
(N00016)	0.0000	(N00022)	0.0000	(N00127)	0.0000	(N00148)	0.0000

```
VOLTAGE SOURCE CURRENTS
NAME          CURRENT
```

V_V1 0.000E+00

V_PRINT1 0.000E+00

TOTAL POWER DISSIPATION 0.00E+00 WATTS

**** 12/17/01 13:54:02 ***** Evaluation PSpice (Nov 1999) *****

** Profile: "SCHEMATIC1-ac" [D:\UMH\asignaturas01_02\Teoria de
Circuitos\Ps spice\ practica7\ac-SCHEMATIC1-ac.sim]

**** AC ANALYSIS TEMPERATURE = 27.000 DEG C

FREQ IM(V_PRINT1) IP(V_PRINT1)

1.592E+01 2.025E-01 8.335E+01



JOB CONCLUDED

TOTAL JOB TIME .06

Al final del fichero tenemos la información que hemos solicitado mediante el elemento IPRINT:

IM = magnitud de la corriente = 2.025E-01 = 0.202 (A)

IP = fase de la corriente = 8.335E+01 = 83.3º

que coincide con el resultado teórico: $i = 0.2 \cdot \cos(100 \cdot t + 83.1)(A)$.

3 EJERCICIOS

3.1 Ejercicio: Análisis AC.

Para el siguiente circuito:

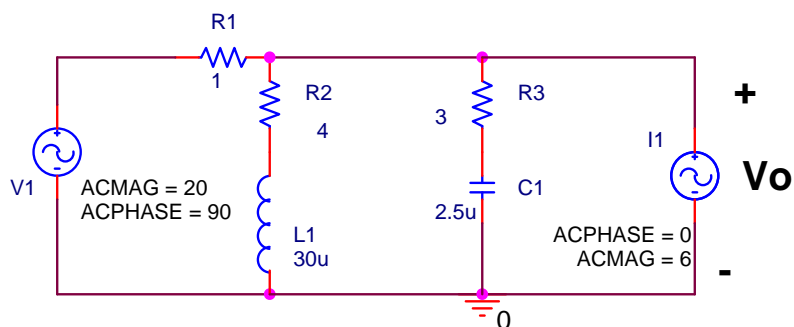


Figura 7-8. Ejercicio: análisis AC.

donde $V1 = 20 \cdot \cos(10^5 \cdot t + 90^\circ)$ (V) e $I1 = 6 \cdot \cos(10^5 \cdot t)$ (A).

- Obtén mediante el cálculo teórico los valores de magnitud y fase de la tensión V_o .
- Comprueba los resultados obtenidos mediante una simulación *AC Sweep* en *PSpice*.

3.2 Ejercicio: Análisis AC.

Para el siguiente circuito:

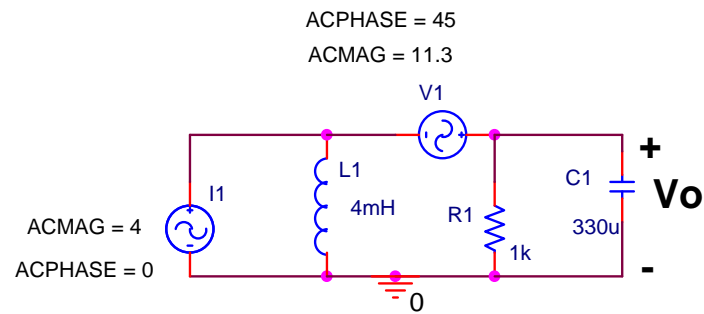


Figura 7-9. Ejercicio: análisis AC.

donde $V1 = 11.3 \cdot \cos(800 \cdot \pi \cdot t + 45^\circ)$ (V) e $I1 = 4 \cdot \cos(800 \cdot \pi \cdot t)$ (A).

- Obtén mediante el cálculo teórico los valores de magnitud y fase de la tensión V_o .
- Comprueba los resultados obtenidos mediante una simulación *AC Sweep* en *PSpice*.

3.3 Ejercicio: Análisis AC para varias frecuencias.

Para el siguiente circuito:

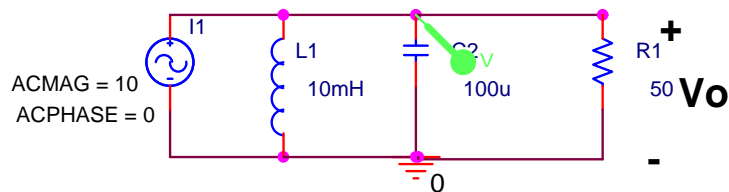


Figura 7-10. Ejercicio: análisis AC para varias frecuencias.

La fuente de intensidad tiene un valor de $ACMAG = 10$ y $ACPHASE = 0$.

- Se pide calcular V_o cuando la frecuencia toma los siguientes valores 50, 100, 150, 200, 300 Hz. ¿Qué puedes observar en los resultados obtenidos? ¿A qué es debido?
- Representa gráficamente la tensión V_o en función de la frecuencia. Realiza un análisis AC *Sweep*, tipo de análisis = lineal, puntos = 100, frecuencia de comienzo = 50, frecuencia de fin = 300. Sitúa un marcador de tensión para visualizar los resultados. En esta gráfica señala el valor máximo y justifícalo teóricamente.

ANEXO 1: INSTALACIÓN DE ORCAD EN WINDOWS

En esta sección hay que comentar las conclusiones que se han obtenido a lo largo del trabajo y hay que establecer varias vías de trabajo para mejorar el trabajo.

ANEXO 2: MANUAL DE USO DE ORCAD

En esta sección hay que comentar las conclusiones que se han obtenido a lo largo del trabajo y hay que establecer varias vías de trabajo para mejorar el trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

A continuación es listada la documentación y páginas Web que han servido de referencia bibliográfica complementaria durante el desarrollo del proyecto.

1. Shuai Zhang, Shufen Zhang, Xuebin Chen, Xiuzhen Huo. *Cloud Computing Research and Development Trend*. Second International Conference on Future Networks. 2010.
2. Ana Cristina Guerrero Alemán, Elisa Karina Mena Maldonado. *Implementación de un Prototipo de Cloud Computing de Modelo Privado para ofrecer Infraestructura como Servicio*. Escuela Politécnica Nacional Quito. February 2011.
3. Sun Microsystems. *Introduction to Cloud Computing Architecture*. White Paper 1st Edition. June 2009.
4. Enric Pagès Montanera. *1366: Gestión sostenible de clústers de recursos virtuales*. Universitat Autònoma de Barcelona. September 2009.
5. GoGrid, <http://www.gogrid.com/> (último acceso: June 2011).
6. Amazon, <http://aws.amazon.com/es/> (último acceso: June 2011).
7. Amazon S3, <http://aws.amazon.com/es/s3/> (último acceso: June 2011).
8. Joyent, <http://www.joyent.com/> (último acceso: June 2011).
9. Enomaly's Elastic Computing Platform, <http://www.enomaly.com/> (último acceso: June 2011).
10. Chef, <http://wiki.opscode.com/display/chef/Home> (último acceso: June 2011).
11. Puppet, <http://www.puppetlabs.com/> (último acceso: June 2011).
12. OpenNebula, <http://opennebula.org/> (último acceso: June 2011).
13. Eucalyptus, <http://www.eucalyptus.com/> (último acceso: June 2011).
14. Ubuntu Enterprise Cloud, <http://www.ubuntu.com/business/cloud/overview> (last accessed: June 2011).
15. OpenStack <http://www.openstack.org/> (last accessed: June 2011).
16. Keith R. Jackson, Lavanya Ramakrishnan, Krishna Muriki, Shane Canon, Shreyas Cholia, John Shalf Harvey J. Wasserman, Nicholas J. Wright. *Performance Analysis of High Performance Computing Applications on the Amazon Web Services Cloud*. 2nd IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science. 2010.
17. Christian Vecchiola, Suraj Pandey, Rajkumar Buyya. *High Performance Cloud Computing: A View of Scientific Applications*. 10th International Symposium on Pervasive Systems, Algorithms, and Networks. 2009.
18. MPI Forum, <http://www.mpi-forum.org> (último acceso: June 2011).
19. OpenMP, <http://openmp.org> (último acceso: June 2011).
20. Unified Parallel C, <http://upc.gwu.edu> (último acceso: June 2011).
21. Gabriel Mateescu, Wolfgang Gentzsch, Calvin J. Ribbens. *Hybrid Computing – Where HPC meets grid and Cloud Computing*. Elsevier B.V. 2010.
22. XEN, <http://www.xen.org/>, (último acceso: June 2011).
23. KVM, <http://www.linux-kvm.org/> (último acceso: June 2011).
24. MPI Benchmark, <http://www.generacio.com/cluster/mflops.c> (último acceso: June 2011).
25. D. H. Bailey et al. *The NAS Parallel Benchmarks*. International Journal of Supercomputer Applications, Vol 5, No.3 (Fall1991), pp. 63-73, 1996.

26. S. Halevi, H. Krawczyk. *Strengthening Digital Signatures via Randomized Hashing*. CFRG. May 2005.
27. P. Oechslin. *Making a Faster Cryptanalytic Time-Memory Trade-Off*. LASEC. 2003.
28. J. Gómez et Al. *Cryptanalysis of Hash Functions Using Advanced Multiprocessing*, *Advances in Soft Computing*. DOI:10.1007/978-3-642-14883-5_29. 2010.

