

FUNCIONS I SISTEMES ELECTRÒNICS

Pràctica 2

Introducció al PSPICE (OrCad Capture)

Febrer 2024

Juan A. Chávez, Santiago Silvestre, Antoni Turó

Introducció

En aquest curs utilitzarem un programa de simulació elèctrica que ens ajudarà en l'anàlisi i la comprensió dels circuits electrònics analògics que hi estudiarem. Concretament, el simulador triat és el PSPICE, que està integrat en el paquet software OrCAD Capture de l'empresa CADENCE. El motiu d'aquesta tria és que aquest programa és un dels més populars en l'àmbit de l'enginyeria electrònica i incorpora els models de la majoria de dispositius i components electrònics comercials que s'utilitzen habitualment.

Per preparar aquest document, s'ha fet servir la versió d'avaluació gratuïta OrCAD Capture 16.3. No obstant, les versions posteriors d'aquest programa poden utilitzar-se igualment, ja que les diferències no són substancials per a les simulacions que es faran durant el curs. En els ordinadors del laboratori docent, hi ha instal·lada la versió comercial OrCAD Capture 16.6. Per instal·lar-vos una versió d'avaluació gratuïta en el vostre ordinador, la podeu aconseguir descarregant-la directament de la pàgina web de Cadence (<http://www.orcad.com/buy/try-orcad-for-free>), o bé, descarregant la còpia allotjada als servidors dels laboratoris docents d'electrònica (<https://weble.upc.edu/asig/fise/>).

De tot l'entorn de disseny que ofereix l'OrCAD Capture, en aquest curs es farà ús de la part relativa a la introducció d'esquemàtics i al PSPICE per simular i analitzar els nostres circuits electrònics.

Aquesta sessió ha estat preparada a partir del seminari "SIMULACIÓ I ANÀLISI DE CIRCUITS MITJANÇANT PSPICE" que s'imparteix per als estudis de grau de l'ETSETB.

Objectiu

L'objectiu d'aquesta sessió és que els estudiants comencin a familiaritzar-se amb l'ús d'aquest software de simulació. Per assolir l'objectiu, la sessió està organitzada en forma de tutorial. Com a primer exemple, simularem un simple circuit RC (filtre passabaixes de primer ordre) ja que és un circuit ben conegut i permetrà fer una comprovació ràpida de la consistència dels resultats de la simulació.

La pràctica està dividida en dues parts:

- La primera és l'**estudi previ** que consisteix en l'anàlisi teòric del circuit. Caldrà completar-la **abans de la sessió al laboratori docent**.
- En la segona part, que es farà en el laboratori i és d'una sessió de durada, es simularà el mateix circuit amb PSPICE, i es contrastaran els resultats de les simulacions amb els càlculs de l'anàlisi de l'estudi previ.

ESTUDI PREVI

El circuit triat per a introduir-nos en l'ús del simulador PSPICE és el circuit RC de la Figura 1.

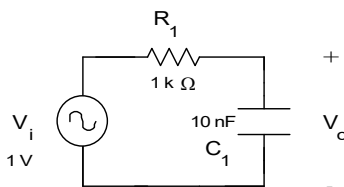


Figura 1

L'estudi previ consisteix en l'anàlisi del circuit en el domini de Laplace per contestar les següents qüestions:

Qüestió EP1: Quina és la funció de transferència del circuit definida com $H(s) = V_o / V_i$?

Qüestió EP2: Dibuixa la resposta freqüencial $H(j\omega)$ del circuit (diagrama de Bode), tant en mòdul com en desfasament.

Qüestió EP3: Quina és la freqüència de tall del circuit?

Qüestió EP4: Calcula el valor del mòdul de la resposta freqüencial per a les freqüències de 1 kHz, 10 kHz i 100 kHz.

Qüestió EP5: Repeteix les quatre qüestions anteriors per al circuit filtre passaaltres equivalent. És el mateix circuit de la Figura 1, però intercanviant les posicions de R_1 i C_1 i mantenint els mateixos valors.

TREBALL AL LABORATORI

En el laboratori simularem amb PSPICE el mateix circuit RC de la Figura 1 i compararem els resultats amb els de l'estudi previ.

Passos a seguir en la simulació d'un circuit electrònic

Les simulacions de circuits electrònics amb PSPICE consten de 5 passos importants:

- 1) Creació d'un nou projecte i un nou esquemàtic.

També hi hauria la l'alternativa d'especificar el circuit en forma de netlist però, en general, serà més pràctic fer-ho amb el capturador d'esquemàtics.

- 2) Introducció de l'esquemàtic del circuit triant els components, connectant-los i especificant els seus valors.
- 3) Creació d'una simulació i especificació dels seus paràmetres.
- 4) Execució de la simulació.
- 5) Visualització dels resultats.

Com es crea un nou projecte?

El primer que cal fer és executar el programa de la següent forma:

Inicio > Todos los programas > Cadence> Release 16.3 > OrCad Capture

La pantalla de l'ordinador hauria d'aparèixer de la forma de la Figura 2:

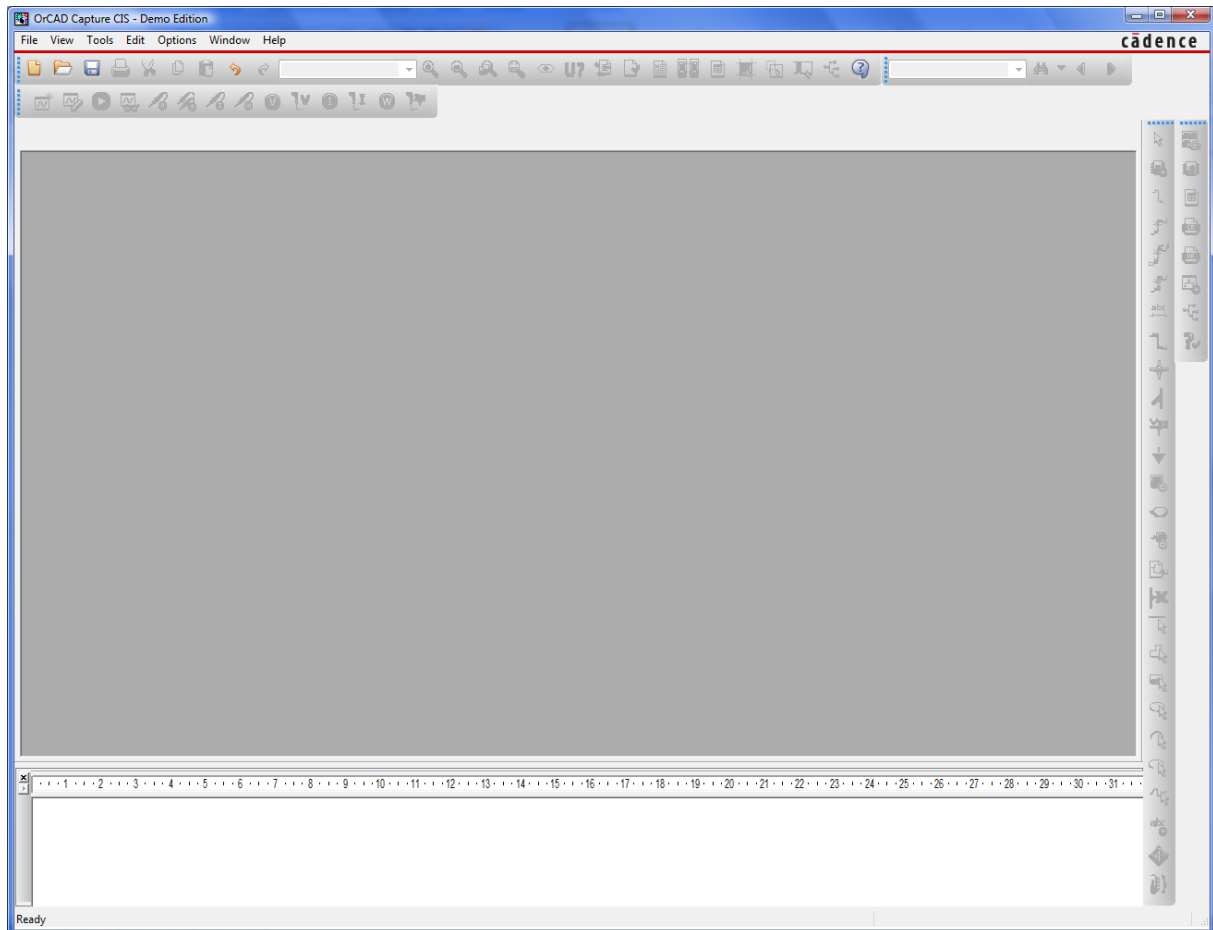


Figura 2

El següent pas és crear un nou projecte seleccionant com mostra la Figura 3:

File > New > Project

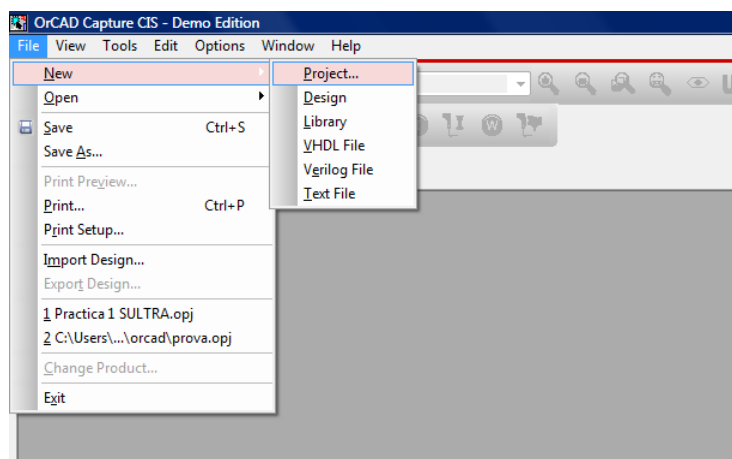


Figura 3

Aquest menú fa obrir la finestra de diàleg de la Figura 4 on s'ha de triar l'opció "**Analog or Mixed A/D**", s'ha de donar un nom al projecte i s'ha d'especificar el directori on es vol guardar. Doneu-li el nom **circuitRC** i guardeu-lo en una carpeta a la vostra zona d'usuari mitjançant la tecla "**Browse**". Un cop realitzat s'ha de clicar l'**OK**.

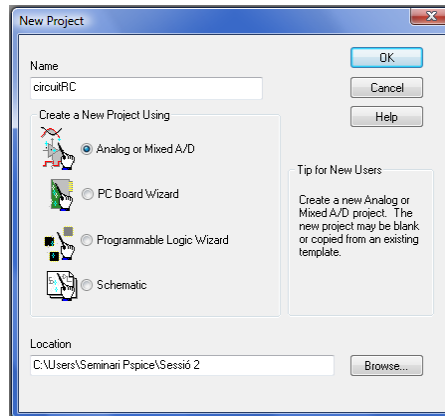


Figura 4

En la següent finestra de diàleg, Figura 5, s'ha de triar l'opció per generar un projecte nou "**Create a blank project**".

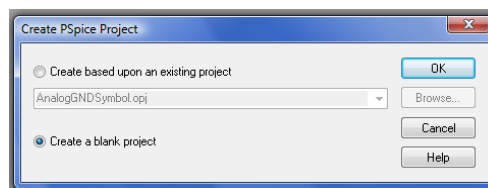


Figura 5

Finalment, dins de la finestra de l'OrCAD Capture apareixen dues finestres tal com es mostra en la Figura 6. La finestra del davant correspon a la finestra de captura d'esquemàtics i la del darrere és l'estructura del projecte amb tots els fitxers del disseny. Per treballar més còmodament a l'hora de dibuixar el circuit, heu de maximitzar la finestra de captura d'esquemàtics.

En la finestra principal també es poden veure les barres de menú que disposa el programa per accedir a les funcions i opcions principals: barra **Capture**, barra **Draw** i barra **Pspice**. En l'Annex d'aquest document es detallen algunes de les principals opcions d'aquestes barres de menú.

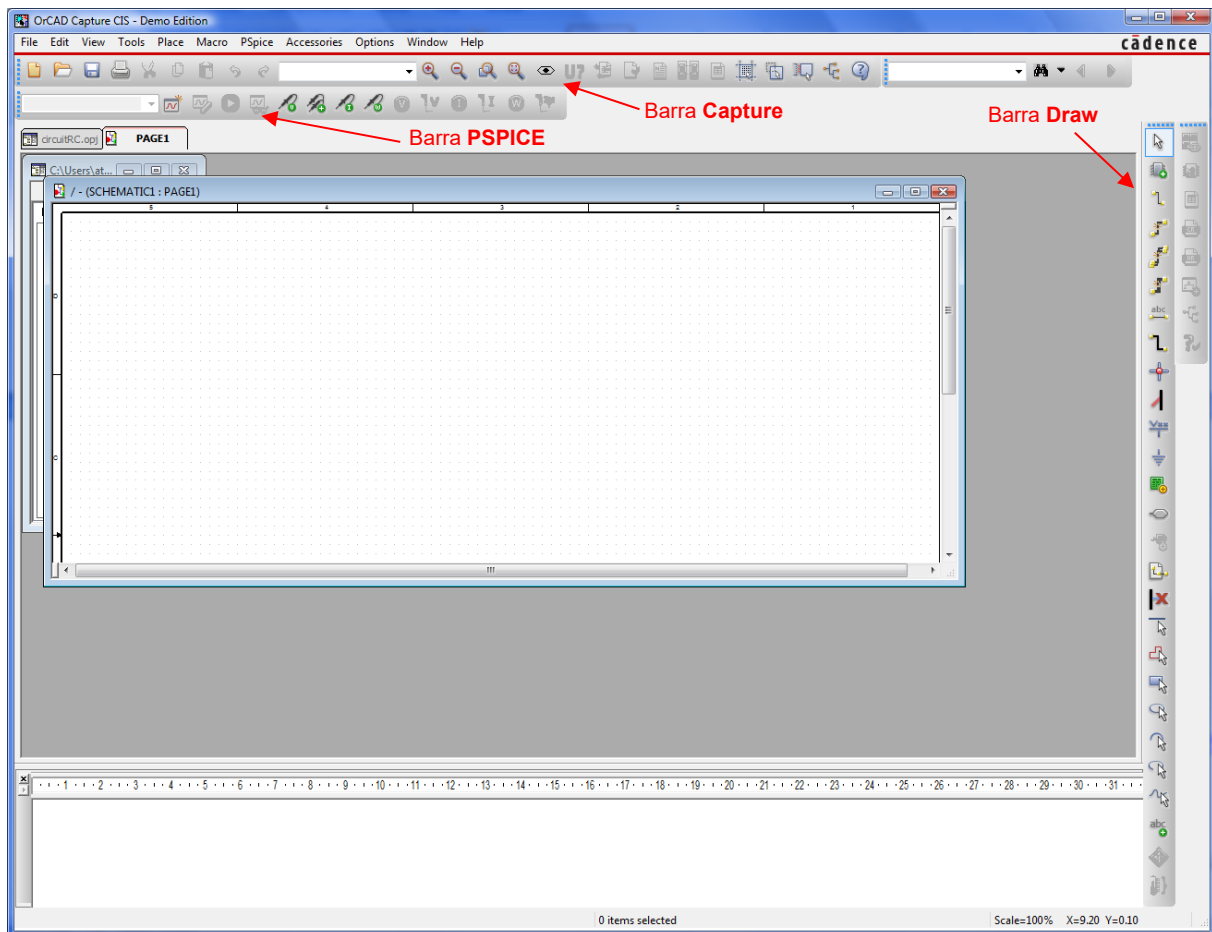


Figura 6

Com es seleccionen, es connecten i s'especifiquen els components del circuit?

Un cop oberta la finestra de captura d'esquemàtics ja es pot començar a dibuixar el circuit que es vol simular.

Per seleccionar els components que volem dibuixar podem fer ús o bé del menú principal **"Place"** de la part superior de la pantalla o bé de la barra de menús que apareix al marge dret de la pantalla. Les dues formes són equivalents. Aquest menú disposa de bastants opcions o icones de les quals, de moment, només n'utilitzarem unes quantes.

Tal com ja hem explicat, com a primer exemple dibuixarem i simularem el circuit RC passabaixes de la Figura 1.

La primera consideració important és que PSpice calcula els valors de les tensions en els nodes del circuit referides a un potencial comú (massa o "Ground"). Per tant, si no s'especifica aquest node de referència, la simulació dona un error que el sistema detalla com que hi ha nodes flotants ("floating").

Per tant, començarem per afegir el node de referència seleccionant del menú principal:

Place > Ground

O bé, clicant la icona de massa del menú **Draw** del marge dret de la pantalla (Figura 7).

En la finestra de diàleg que s'obre triarem **0/SOURCE** i clicarem **OK**.

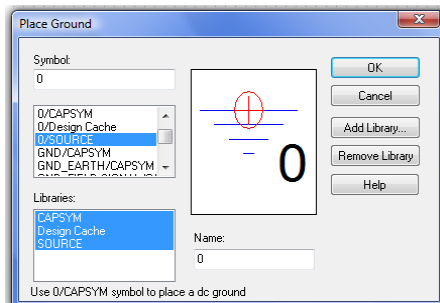


Figura 7

Figura 8

I amb el ratolí podem moure la massa del circuit per situar-la en el lloc que desitgem. Podem dibuixar tants punts de massa com vulguem posicionant el cursor en el lloc desitjat i clicant el botó esquerre del ratolí. En el circuit d'exemple en necessitem dos ja que volem connectar a massa tant la font de tensió com el condensador. Per sortir de la selecció, cal polsar el botó dret del ratolí i triar l'opció **End Mode**, o bé fer **Esc** des del teclat.

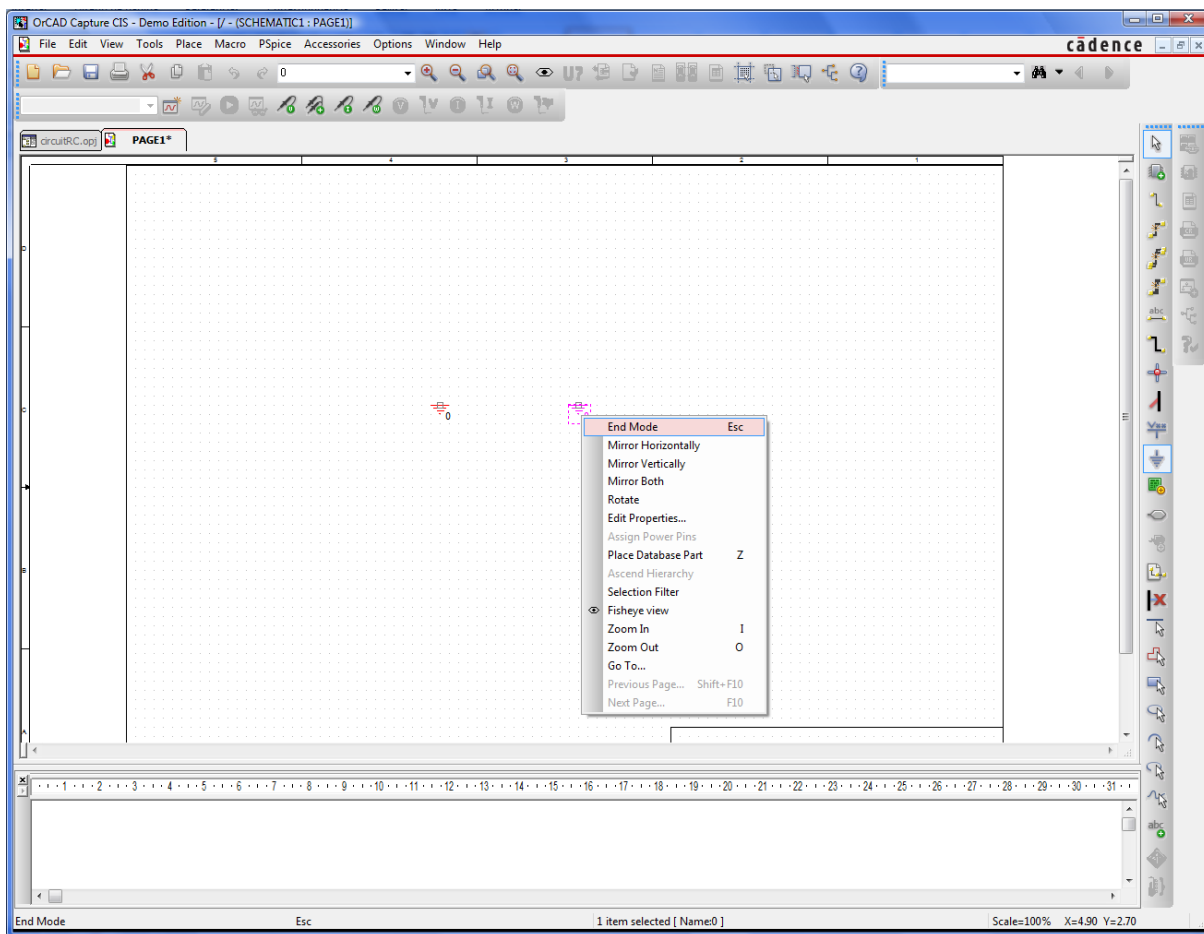



Figura 9

El següent pas és dibuixar els components electrònics. Heu de seleccionar:

Place > Part

O bé, heu de clicar la icona  del menú **Draw** del marge dret de la pantalla. Aquesta selecció fa obrir la finestra “Place Part” al marge dret de la pantalla com es mostra en la Figura 10.

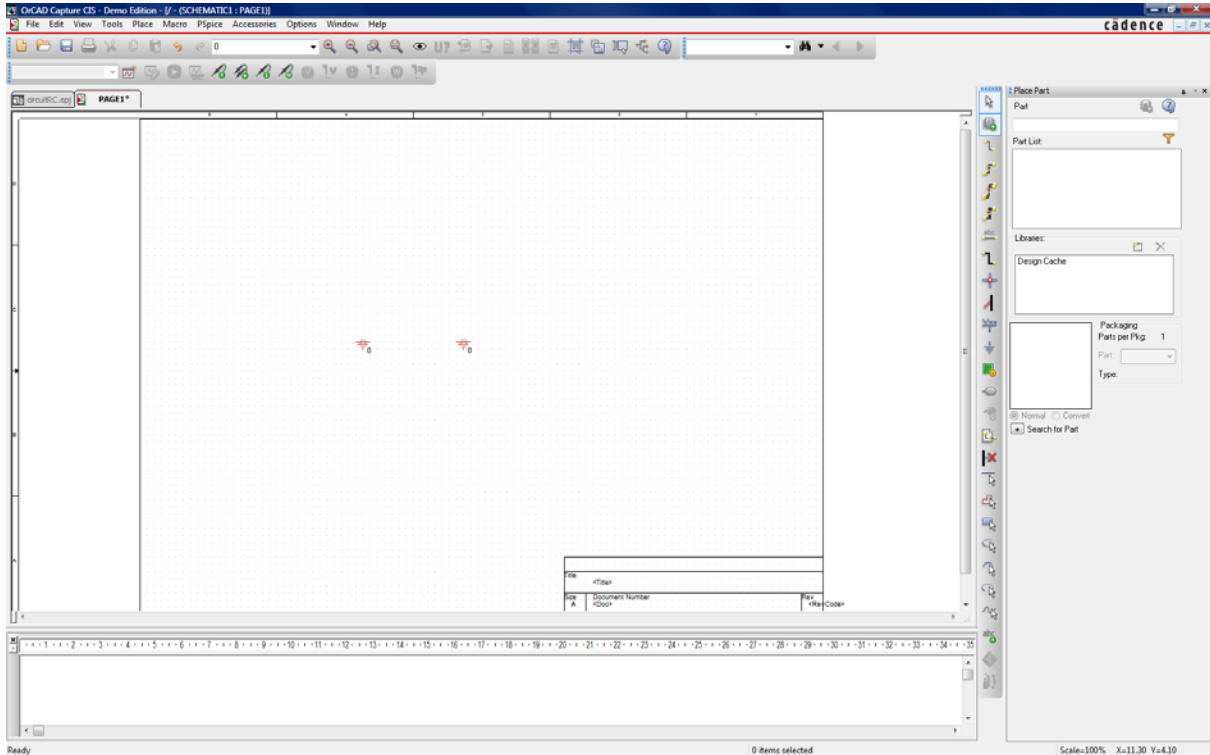



Figura 10

En aquest punt necessitem afegir al nostre disseny les llibreries que inclouen els elements que conté el circuit que volem simular. PSPICE disposa de gran multitud de llibreries que corresponen als dispositius electrònics utilitzats en la pràctica. Inclús en el cas de dispositius més específics, es poden descarregar les llibreries i models des de la pàgina web del seu fabricant. Per afegir una llibreria cal clicar sobre la icona  o “**Add Library**” que obre la finestra de diàleg de la Figura 11.

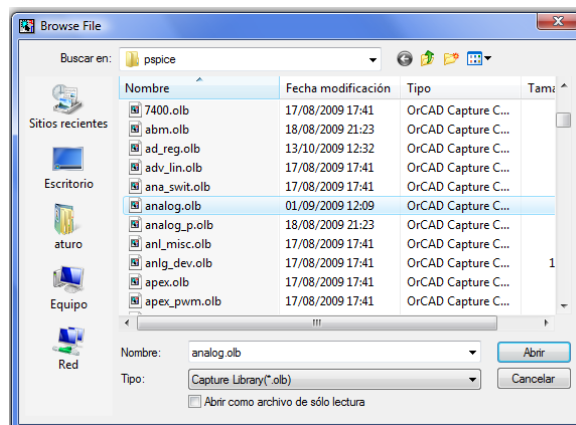


Figura 11

De tota la llista que es troba en la carpeta “**pspice**”, triarem la llibreria “**analog.olb**” que inclou, entre d’altres, els components passius com resistències o condensadors. Fixeu-vos que després de seleccionar aquesta llibreria en el quadre “**Part List:**” hi ha aparegut tota una llista de components entre els quals hi ha les resistències (**R**) i els condensadors (**C**).

L’altra llibreria que també afegirem de la mateixa forma és “**source.olb**” que inclou els diferents tipus de fonts que poden utilitzar-se.

Ara, primer afegirem la resistència R_1 al nostre esquemàtic. Per seleccionar l’element que volem afegir al circuit, heu de seleccionar primer la llibreria on es troba (**ANALOG**), heu de seleccionar l’element (**R**) i heu de fer un “**Return**” per passar a la finestra de captura d’esquemàtics.

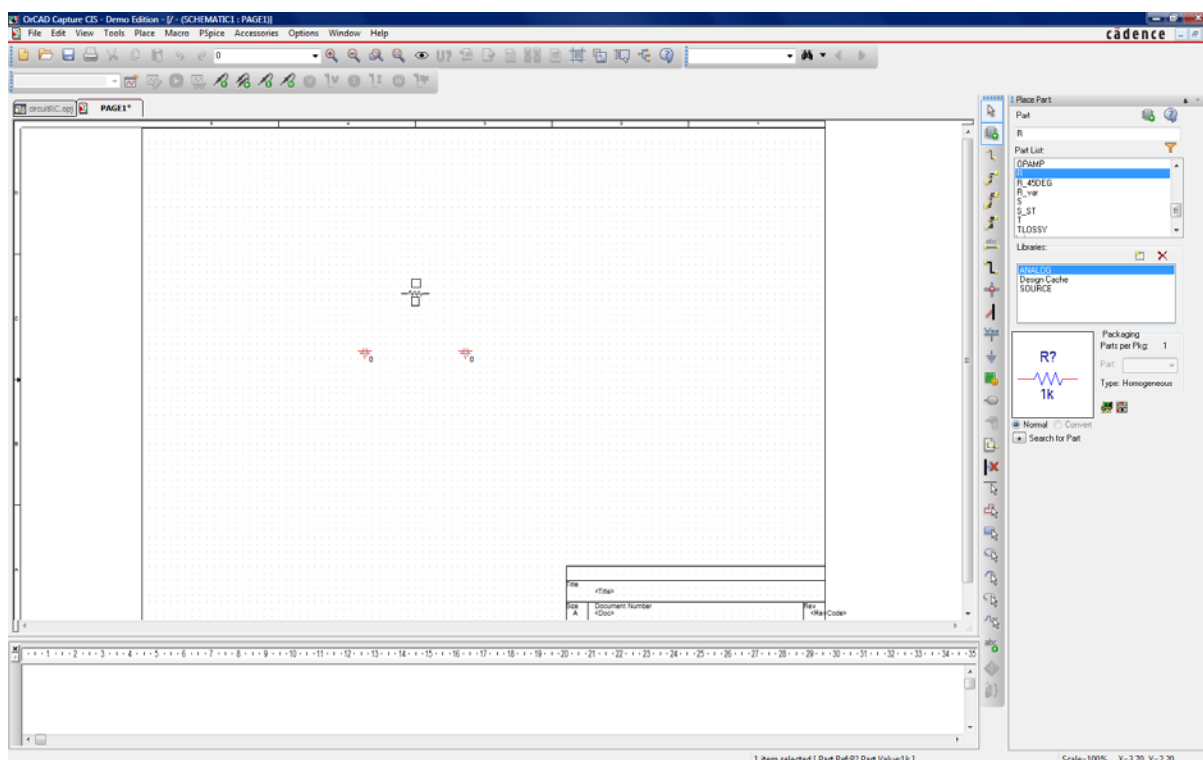


Figura 12

Per acabar heu de posicionar l’element en el lloc desitjat, heu de polsar el botó esquerre del ratolí per fixar-lo i polsant el botó dret heu de triar “**End Mode**” o bé fer “**Esc**” per sortir.

Per defecte, el programa va numerant els components per ordre d’introducció. Com que R_1 ja ens va bé, no cal modificar-lo. El valor per defecte de les resistències és de 1 k Ω que també és el que volem i, per tant, no cal modificar-lo.

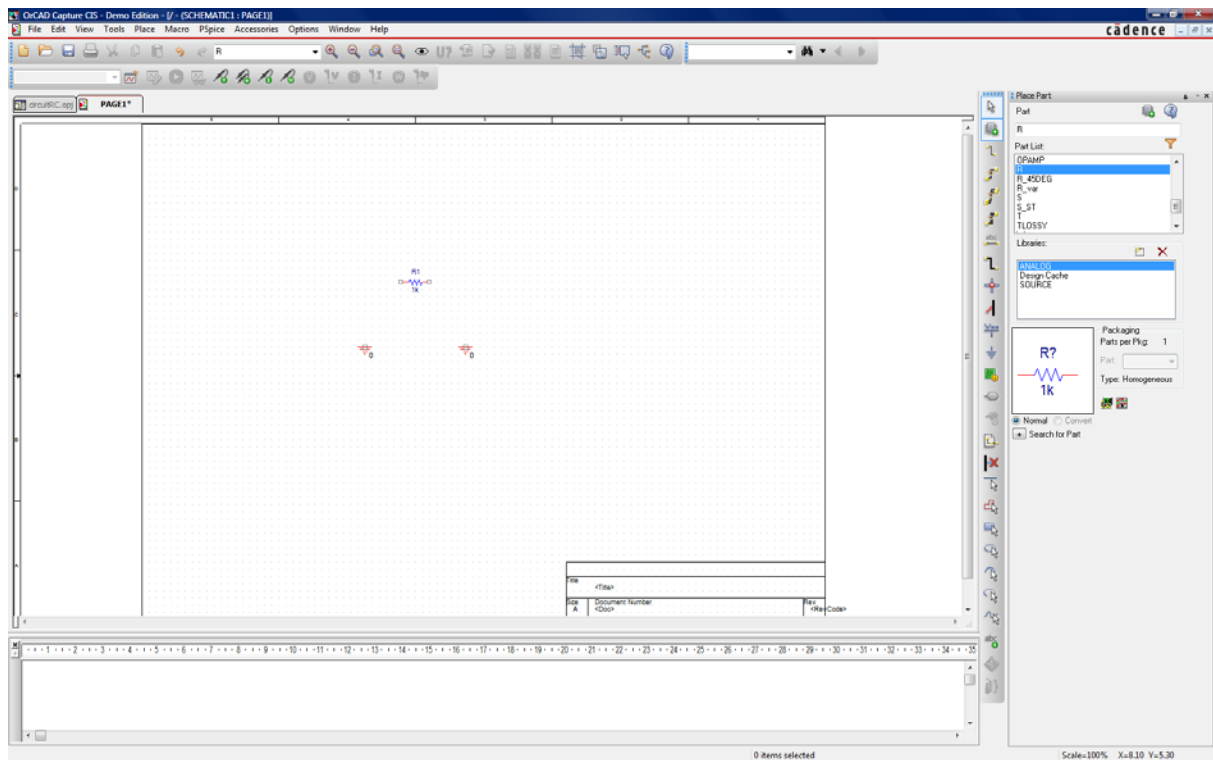


Figura 13

Procediu de la mateixa forma amb l'element **C** de la llibreria **ANALOG** per afegir el condensador C₁. Com que volem disposar-lo en vertical, abans de posicionar-lo, polsant el botó dret del ratolí, triem l'opció "**Rotate**". També es pot fer rotar el component utilitzant la lletra **R** del teclat.

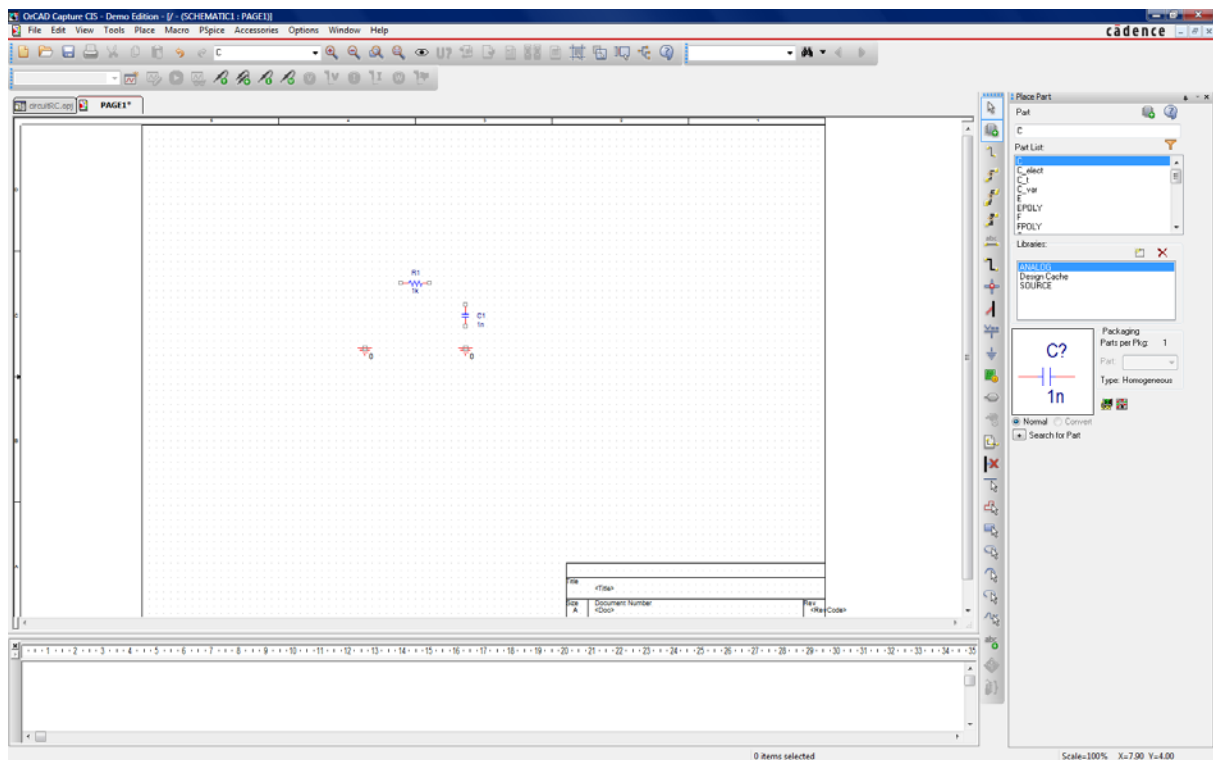


Figura 14

La capacitat per defecte dels condensadors és de 1 nF. Per canviar-la per la capacitat desitjada cal fer doble-clic amb el botó esquerre sobre 1 nF i en la finestra de diàleg cal canviar el valor a 10 nF com es mostra en la Figura 15.

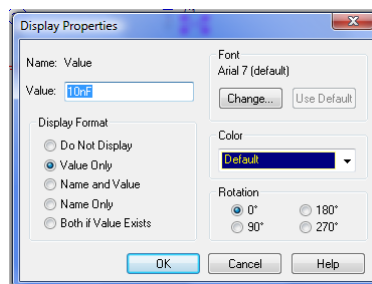


Figura 15

Noteu que per especificar el valor podem utilitzar una notació científica que inclou un factor d'escala designat per un símbol com es mostra en la Taula 1. Cal anar amb compte amb el prefix M que significa "Mili" i que per especificar "Mega" cal utilitzar el prefix MEG (tingueu en compte que el programa no diferencia entre majúscules i minúscules). Les unitats de la variable, en aquest cas F de Farads, pot especificar-se o no ja que el programa ho tracta igual.

Unit Name	Symbol	Exponential Form	Value
Femto	F (or f)	1E-15	10^{-15}
Pico	P (or p)	1E-12	10^{-12}
Nano	N (or n)	1E-9	10^{-9}
Micro (μ)	U (or u)	1E-6	10^{-6}
Milli	M (or m)	1E-3	10^{-3}
Kilo	K (or k)	1E3	10^3
Meg	MEG (or meg)	1E6	10^6
Giga	G (or g)	1E9	10^9
Tera	T (or t)	1E12	10^{12}

Taula 1

El darrer element que hem d'afegir al circuit és la font de tensió sinusoïdal. Cal procedir de la mateixa forma que en els components anteriors però seleccionant la font **VSIN** de la llibreria **SOURCE**. Podem canviar el nom de la font fent doble-clic sobre **V1** i canviant-lo a **Vi**. Fent doble-clic sobre **VAMPL** s'ha d'especificar 1 V d'amplitud i fent doble-clic sobre **FREQ** s'ha d'especificar 1 kHz de freqüència. La **VOFF** s'ha d'especificar de 0 V que vol dir que no hi ha desplaçament de tensió contínua. El paràmetre **AC** es pot deixar a 0 V perquè no es farà servir en les primeres simulacions i es veurà per a què serveix més endavant.

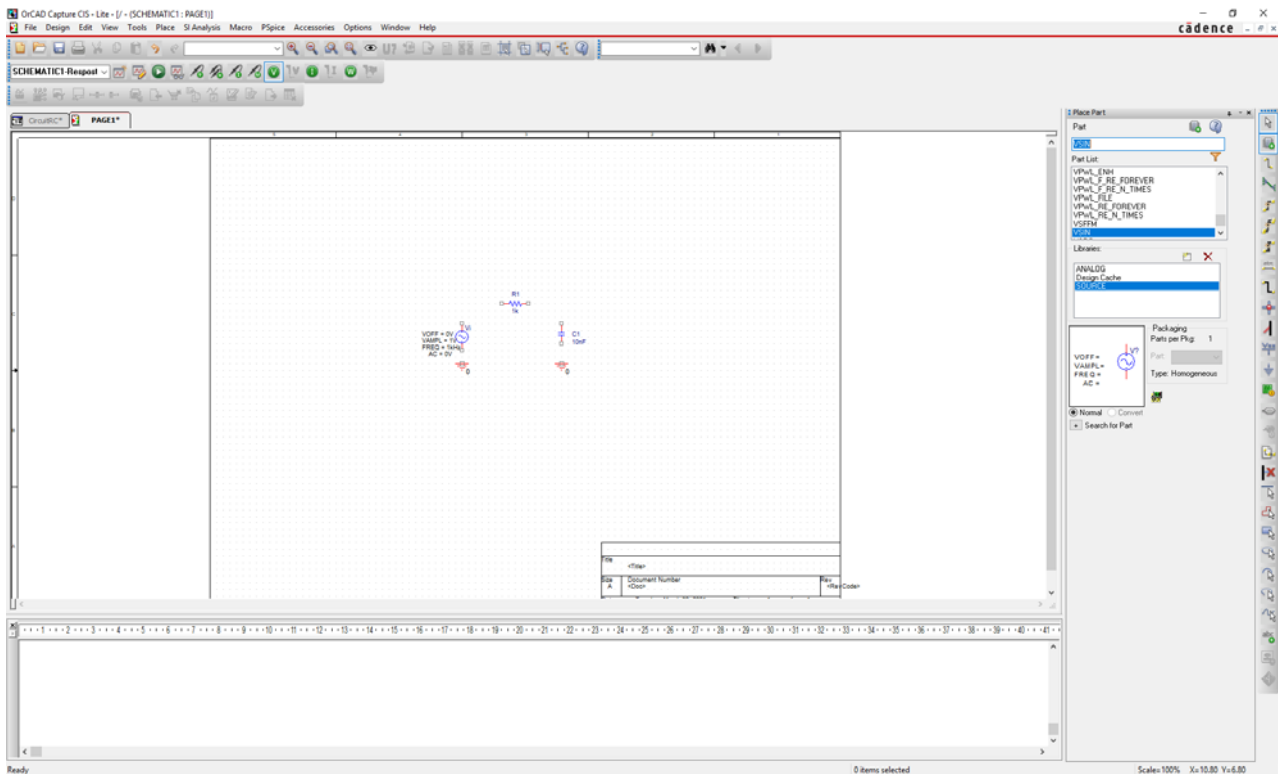



Figura 16

Per completar el circuit ja només queda connectar els diferents elements. Per fer-ho cal seleccionar:

Place > Wire

O bé, heu de clicar la icona  del menú **Draw** del marge dret de la pantalla. La connexió entre dos terminals de components es fa situant el cursor sobre un d'ells, clicant el botó esquerre i mantenint-lo pulsat dibuixar la connexió fins el terminal de l'altre component. Feu el mateix per afegir totes les connexions del circuit. Per sortir de Place Wire heu de pulsar el botó dret del ratolí i triar "**End Wire**" o bé fer "**Esc**".

Si es vol modificar o suprimir algun component o punt del circuit es pot seleccionar amb el botó dret del ratolí quedant ressaltat en color rosat. Amb el botó dret s'obre el menú que permet fer les modificacions.

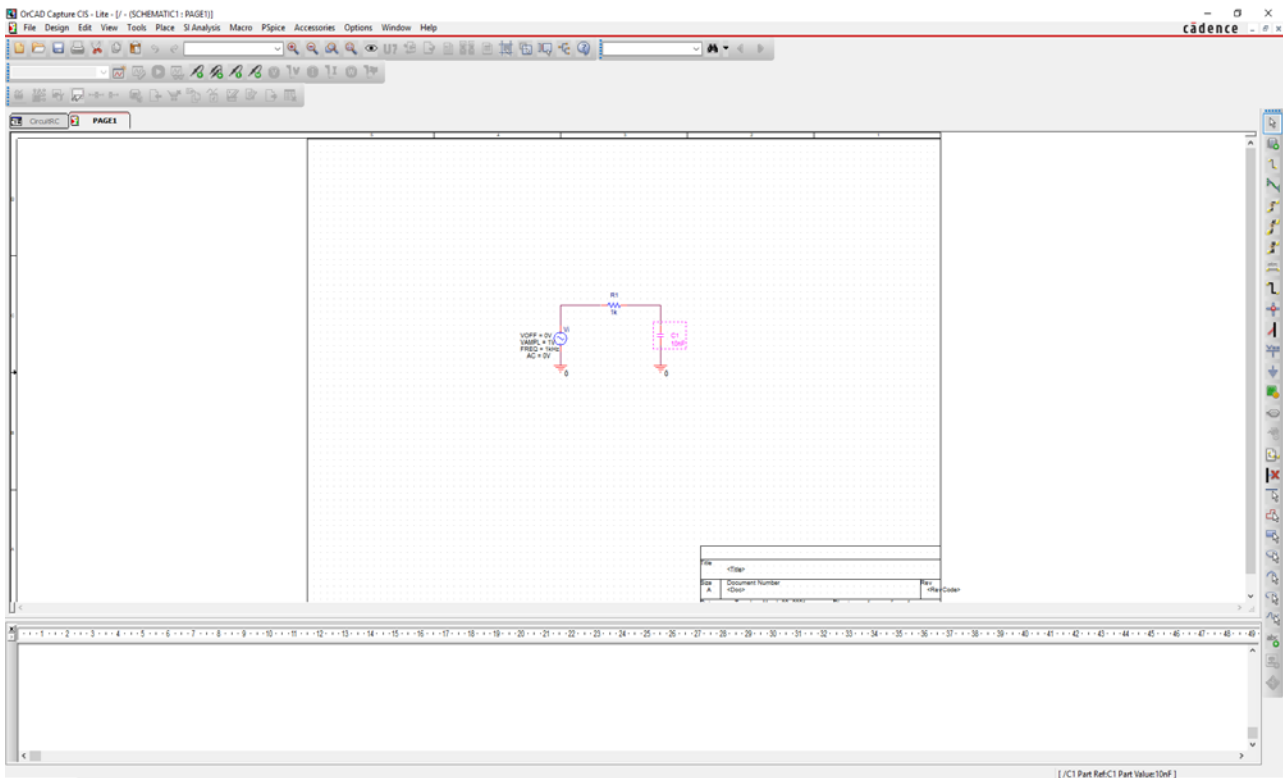


Figura 17

Finalment l'esquemàtic queda com en la Figura 18.

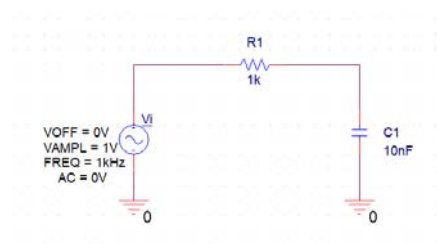



Figura 18

Per acabar la introducció de l'esquemàtic del circuit que es vol simular, s'ha de salvar amb:


File > Save

O bé clicant la icona equivalent  de la barra **Capture** de la part superior de la pantalla.

Com es crea una simulació i s'especifiquen els seus paràmetres?

Un cop completat el circuit s'ha de configurar la simulació. Cal seleccionar:

PsPice > New Simulation Profile

O bé clicar la icona equivalent  de la barra **PsPice** de la part superior de la pantalla.

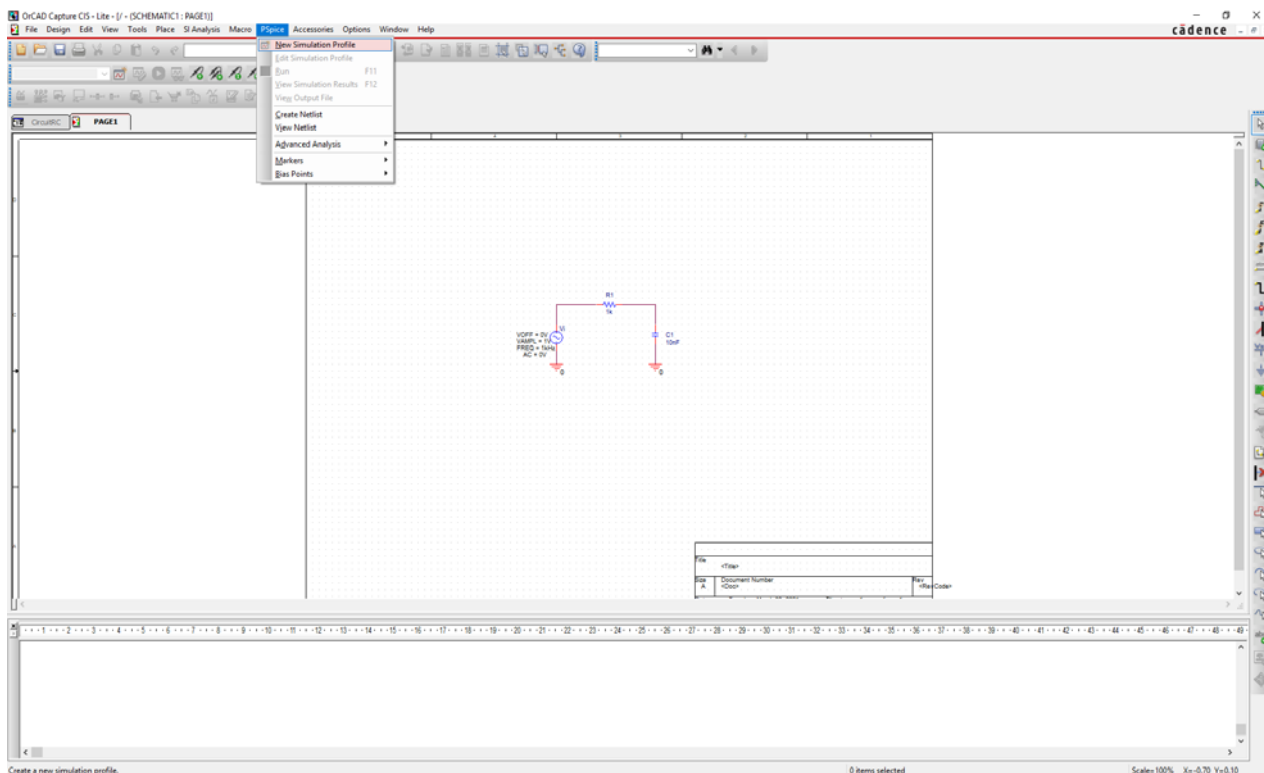


Figura 19

En obrir-se la finestra de diàleg s'ha d'especificar el nom que vol donar-se a la simulació. En aquest cas li direm resposta temporal i clicarem **"Create"**.

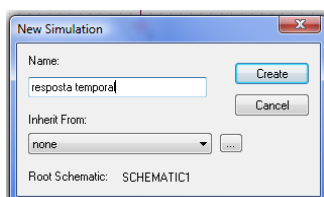


Figura 20

Aquesta acció fa obrir la finestra de configuració de la simulació. De moment l'únic paràmetre que modificarem és la durada de la simulació i especificarem 5 ms a **"Run to time"**. Tingueu en compte que es tracta d'una simulació per veure l'evolució temporal dels senyals del circuit ja que **"Analysis type"** està configurat com **"Time Domain (Transient)"**. Per poder visualitzar 5 cicles dels senyals, a la freqüència de 1 kHz, això resulta igual a 5 ms.

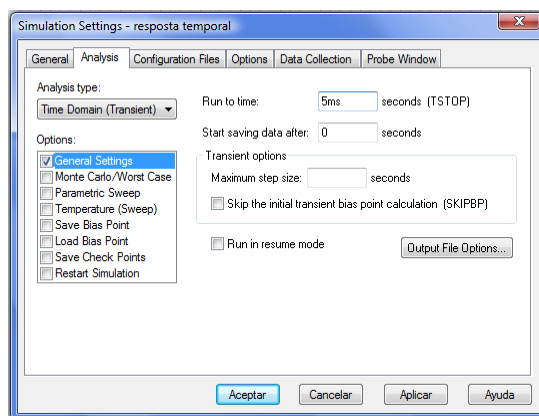



Figura 21

Per tancar la configuració de la simulació només cal clicar a **"Acceptar"**.

Com s'executa la simulació?

per executar la simulació hem de seleccionar:

Pspice > Run

O bé clicar la icona equivalent  de la barra **Pspice** de la part superior de la pantalla.

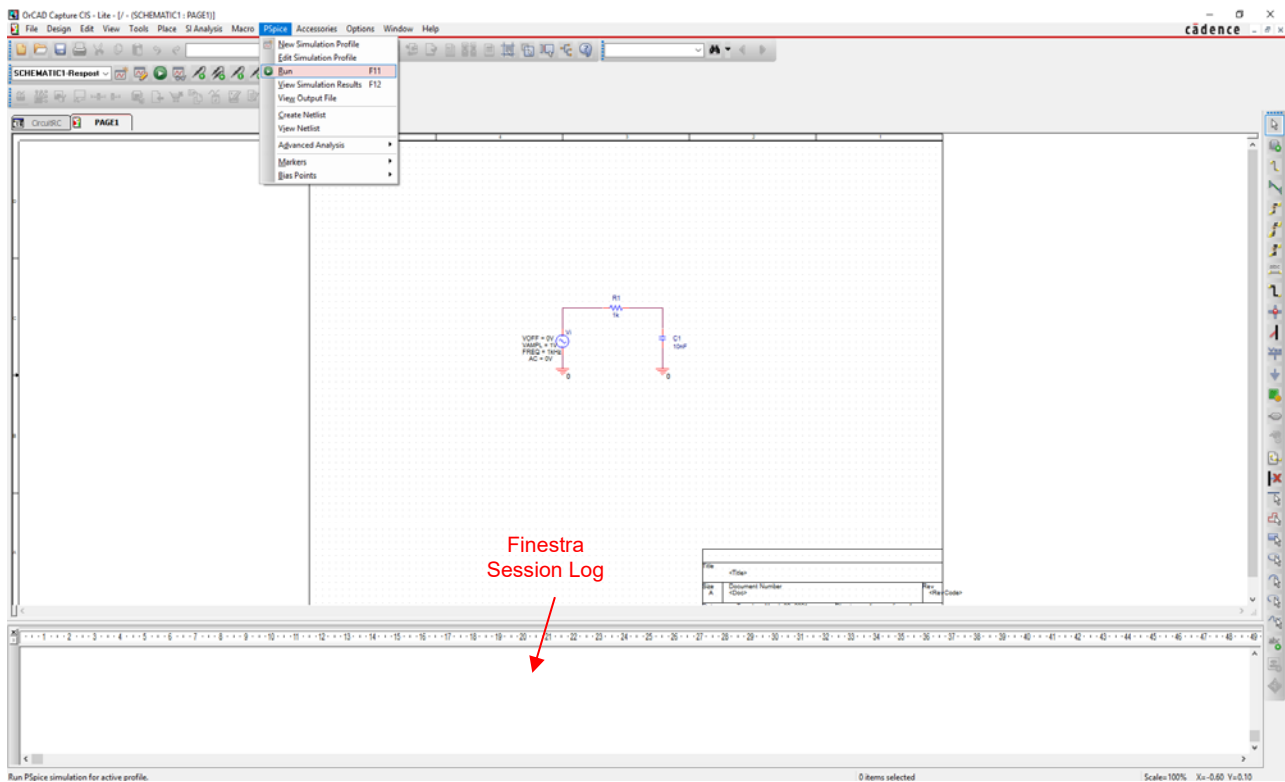


Figura 22

En la part inferior de la pantalla hi apareix la finestra "Session Log" on van sortint els missatges que ens informen de l'evolució de la simulació.

Com es visualitzen els resultats de la simulació?

L'execució de la simulació, si no hi ha hagut errors, obre automàticament la interfície de visualització com es mostra en la Figura 23.

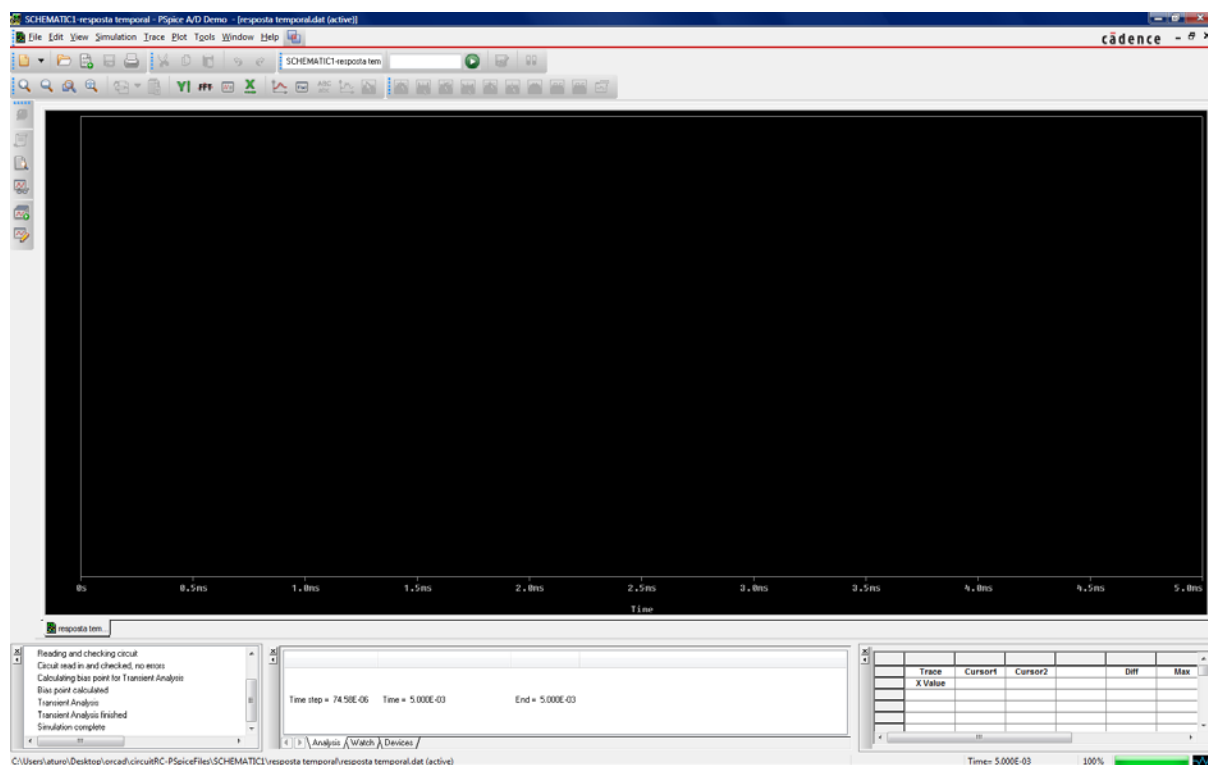


Figura 23

En aquesta pantalla podrem veure l'evolució temporal de totes les variables del circuit i inclús operacions matemàtiques fetes amb elles. Per afegir la visualització d'una variable hem de seleccionar:

Trace > Add Trace

O bé clicar la icona equivalent  del menú **Pspice** de la part superior de la pantalla.

Aquesta acció obre la finestra de diàleg que permet triar la variable que es vol visualitzar. La primera variable que visualitzarem és la tensió d'entrada del circuit, és a dir, la tensió de la font. Per aquest motiu seleccionarem de la llista "**Simulation Output Variables**" la variable "**V(Vi: +)**" i fem "**OK**".

Recordeu que totes les tensions estan referides al node de massa 0. La forma com apareixen especificades en la llista de variables de sortida és donant el component i el terminal que correspon al node del qual vol representar-se la seva tensió respecte a massa. Per tant, "**V(Vi: +)**" es refereix a la tensió referida a massa que hi ha en el terminal **+** de la font **Vi**.

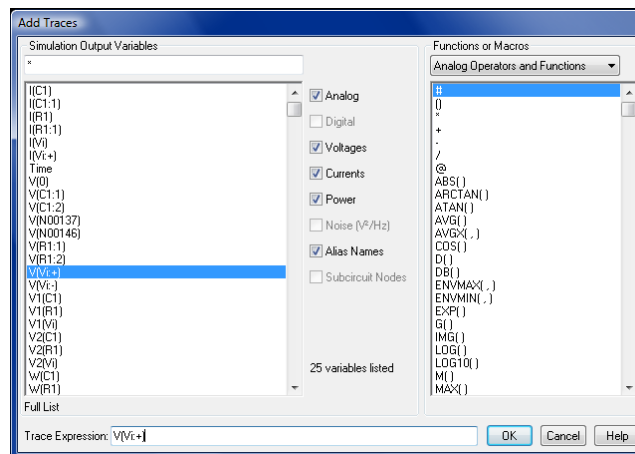


Figura 24

El resultat és el que apareix a la Figura 25.

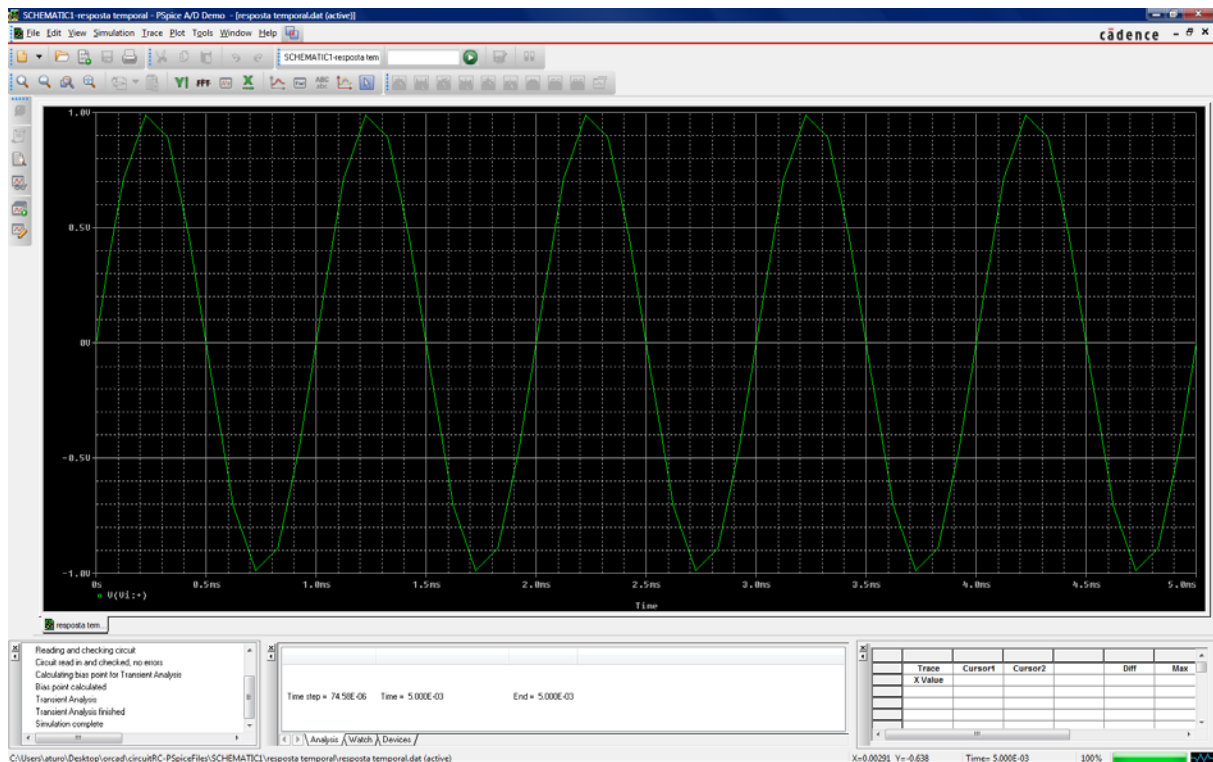



Figura 25

Com es refina la simulació i la visualització de resultats?

Si ens fixem en la tensió visualitzada en la Figura 25 es veu que la seva forma apareix en trams lineals. El motiu és que la simulació no té suficients punts. Per solucionar-ho, hem de modificar a la configuració de la simulació. Primer hem de tornar a la finestra principal i seleccionar:

Pspice > Edit Simulation Profile

O bé clicar la icona equivalent  del menú **Pspice** de la part superior de la pantalla. Ara fixarem el pas màxim entre punts de la simulació "**Maximum step size**" a 10 µs la qual cosa vol dir un mínim de 100 punts per a cada cicle dels senyals. Cliquem "**Aceptar**".

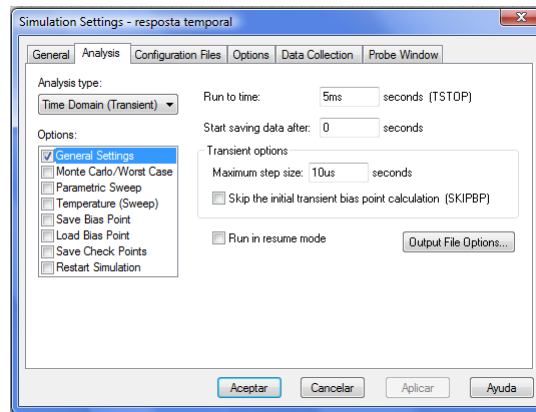



Figura 26

Tornem a executar la simulació amb “Pspice > Run” o bé clicant la icona equivalent . Es torna a obrir la finestra de visualització i procedim de la mateixa forma que en l'apartat anterior per afegir el senyal d'entrada. Amb el mateix procediment afegim la tensió de sortida, és a dir, la tensió en el condensador. Aquesta tensió correspon a la variable V(C1:2).

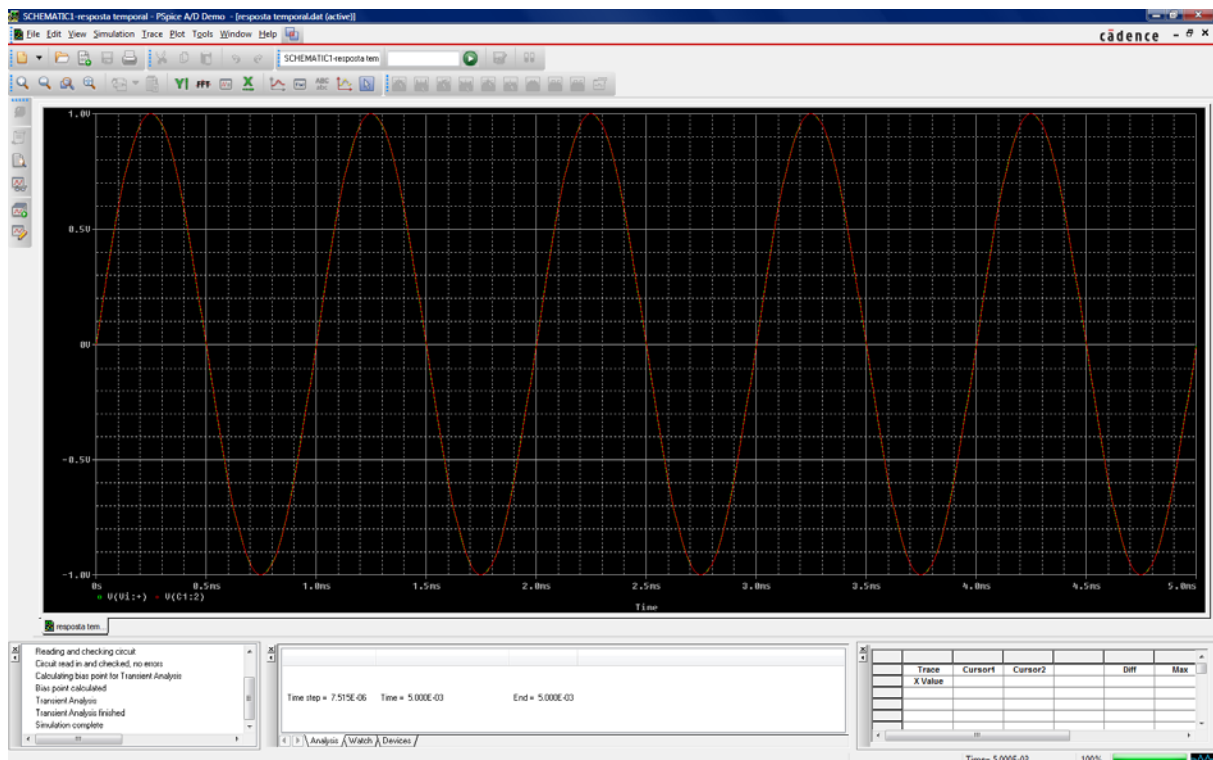


Figura 27

En aquesta visualització es pot apreciar que les dues senyals es superposen ja que, en aquest cas, la freqüència del senyal de 1 kHz és molt menor que la freqüència de tall del circuit RC que es comporta com un filtre passabaixes.

Per veure que és el que succeeix quan la freqüència del senyal d'entrada és més gran, anirem a l'esquemàtic i farem doble-clic sobre el paràmetre **FREQ** de la font i la canviarem a 1 MHz. Noteu que per especificar el prefix Mega hem d'utilitzar MEG ja que en PSPICE una M significa el prefix Mili.

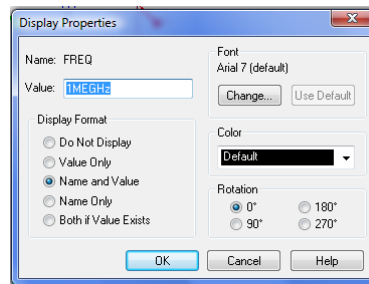



Figura 28

Com que s'ha canviat la freqüència, per visualitzar el mateix nombre de cicles amb la mateixa resolució s'han de modificar els paràmetres de la simulació. Per tant, des de la finestra principal s'ha de seleccionar:

Pspice > Edit Simulation Profile

O bé clicar la icona equivalent  del menú **Pspice** de la part superior de la pantalla. Com que hem augmentat un factor per 1000 la freqüència, hem de dividir per la mateixa quantitat la durada de la simulació i el pas mínim entre punts de la simulació. Per tant, heu de canviar aquests dos paràmetres i fer "Acceptar".

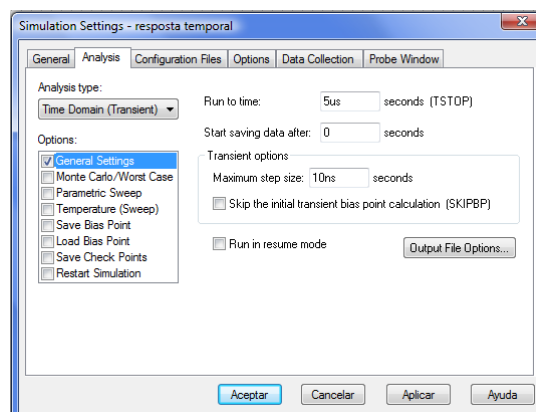



Figura 29

Una altra qüestió que apareix a l'hora d'afegir la visualització d'una tensió és la dificultat d'identificar-la pel seu nom entre totes les variables. Una forma de facilitar la visualització dels senyals d'interès en el circuit és mitjançant l'ús dels marcadors "**Markers**". Per afegir un marcador de tensió, des de la finestra principal hem de seleccionar:

Pspice > Markers > Voltage Level

O bé hem de clicar la icona equivalent  del menú **Pspice** de la part superior de la pantalla i després arrossegar el marcador fins al node d'interès.

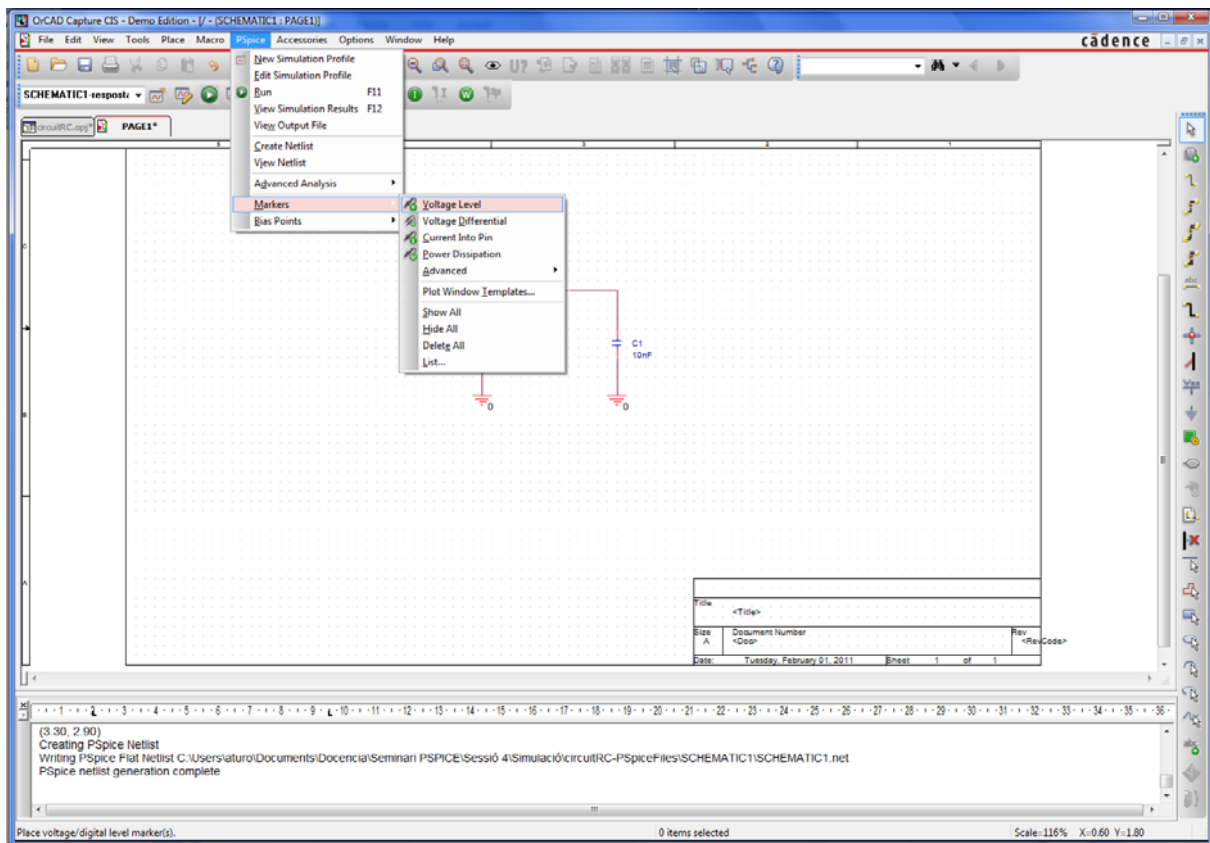


Figura 30

I afegirem un marcador en cadascun dels dos nodes (d'entrada i de sortida) que ens interessin. Per sortir d'aquest mode s'ha de fer, com sempre, clicant el botó dret del ratolí i seleccionant **"End Mode"**.

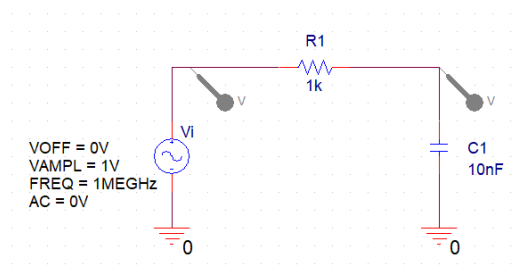



Figura 31

Tornem a executar la simulació amb **"Pspice > Run"** o bé clicant la icona equivalent . Aquest cop, com que s'han definit els marcadors amb les variables d'interès, quan s'obre la finestra de visualització ja apareixen directament dibuixades.

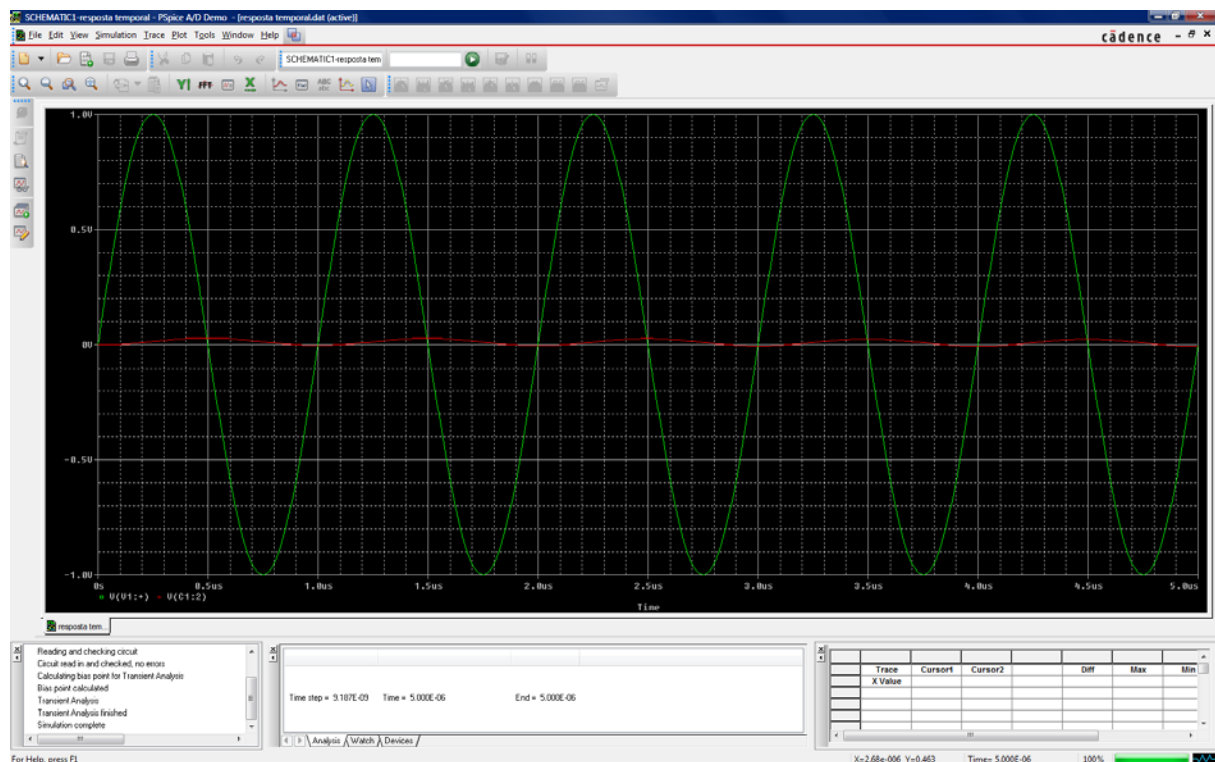



Figura 32

En aquesta visualització es veu com la tensió de sortida està atenuada i desfasada respecte la tensió d'entrada, la qual cosa és lògica degut a l'efecte passabaixes del circuit RC.

Com es salva i es recupera una simulació?

Es aconsellable anar guardant les simulacions a mesura que es van executant: un cop introduït l'esquemàtic, quan s'hagi configurat el perfil de simulació i després d'executar la simulació. Per fer-ho només cal anar a **File > Save** o bé clicar sobre la icona .

Per recuperar projectes o simulacions antigues, primer cal obrir el projecte després d'arrencar el programa OrCad Capture:

File > Open > Project

I després heu de triar el projecte del qual es tracta dins de la llista de la finestra de diàleg.

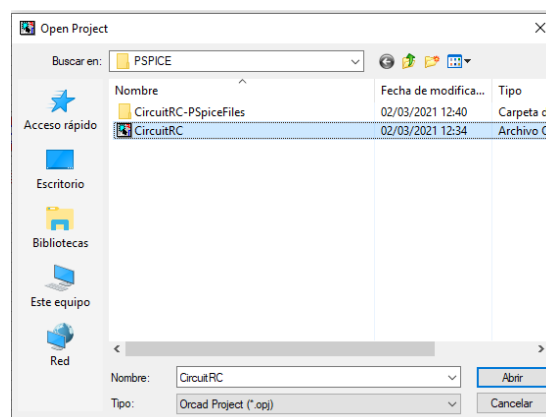


Figura 33

Un cop està carregat el projecte, heu d'obrir l'esquemàtic anant a la pestanya **File** i després de triar "**Design Resources > Nom projecte.dsn > SCHEMATIC1 > PAGE1**" heu de fer doble clic a **PAGE1**.

A partir d'aquest punt podeu recuperar els perfils de les simulacions guardades en el projecte i visualitzar els resultats de simulacions anteriors si les havíeu guardat.

Més simulacions

A partir d'aquest punt heu de continuar familiaritzant-vos amb el programa fent una sèrie d'exercicis que completen la simulació d'aquest mateix circuit RC i, també, simulant el circuit RC passaaltres complementari.

Exercici 1

Aquest exercici consisteix en tornar a veure com varia la tensió de sortida quan es canvia la freqüència del senyal d'entrada . Ara, però, visualitzareu al mateix temps els resultats amb tres freqüències diferents. Primer, el que heu de fer es replicar el circuit tres cops seleccionant tot el circuit amb el ratolí (ha de quedar tot el circuit marcat en rosat) i després utilitzant les opcions "**Copy**" i "**Paste**" del menú "**Edit**" de la part superior de la pantalla.

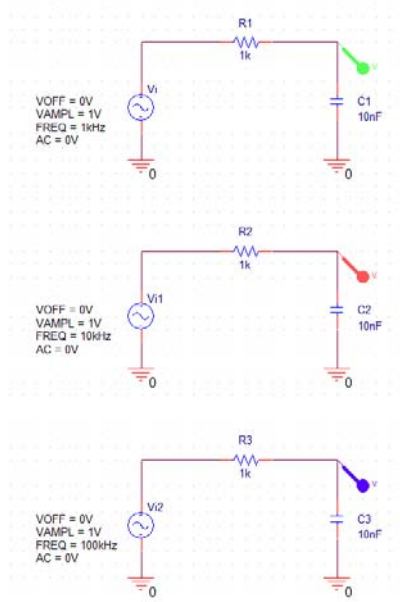



Figura 35

Fixeu-vos que el programa canvia automàticament els noms dels components per a que no estiguin repetits.


Després heu de canviar la freqüència de les fonts d'entrada dels circuits per especificar-les en 1 kHz, 10 kHz i 100 kHz respectivament. Per acabar, executeu la simulació, visualitzeu la tensió de sortida i determineu la seva amplitud per a cada freqüència.

Utilitzeu els cursors en les gràfiques per trobar les amplituds de les tensions de sortida. Podeu activar-los clicant sobre la icona . Es mostrarà el valor de la seva posició i el de les variables representades en el racó inferior dret de la finestra. El desplaçament dels cursors pot fer-se mitjançant el ratolí o amb el teclat mitjançant les tecles de fletxa.

Qüestió Lab1: Quines són les amplituds de la tensió de sortida per a cada freqüència? Compareu-les amb els resultats de la qüestió EP4 de l'estudi previ. Coincideixen?

Exercici 2

Volem veure la resposta freqüencial del circuit (en aquesta sessió només ens fixarem en l'amplitud), és a dir, la seva dependència en funció de la freqüència. Recordeu que en l'exercici anterior ja hem vist que, quan canviem la freqüència de la font d'entrada, l'amplitud de la tensió de sortida varia. Per tant, ara farem la simulació del circuit per representar directament la resposta freqüencial del circuit corresponent a la funció de transferència definida com $H(s) = V_o / V_i$.

Per fer aquesta simulació hem d'utilitzar un altre tipus d'anàlisi en la seva configuració. Heu de crear un altre perfil de simulació amb "**Pspice > New Simulation Profile**" o bé clicant la icona equivalent  del menú **Pspice** de la part superior de la pantalla. Heu de canviar el tipus d'anàlisi a "**AC Sweep/Noise**" i els paràmetres que heu d'especificar són els de la Figura 36 (freqüència inicial, freqüència final, nombre de punts i tipus d'escombrat).

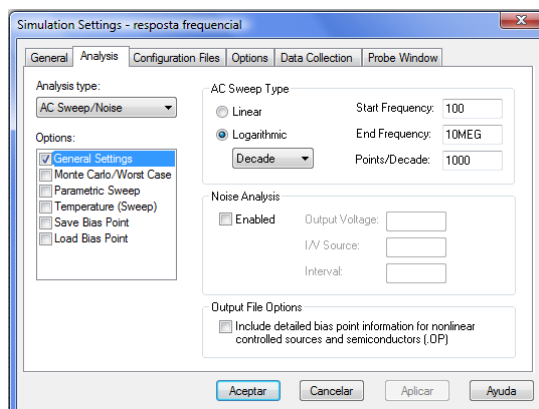


Figura 36

A més, abans d'executar la simulació, heu de canviar la font de tensió d'entrada ja que en aquest anàlisi la font ha de ser del tipus **VAC**.

Feu aquesta simulació i presenteu els resultats. A partir de la visualització, determineu quina és la freqüència de tall del circuit.

Qüestió Lab2: Representa el mòdul en dB de la funció de transferència $H(s) = V_o / V_i$. Quina és la freqüència de tall del circuit? Compara els resultats amb els obtinguts EP2 i EP3 de l'estudi previ.

Exercici 3

Volem veure com es comporta el circuit RC quan el senyal d'entrada és quadrat i de 5 kHz. Per fer aquesta simulació cal canviar la font d'entrada a l'esquemàtic. Esborreu la font **VSIN** i afegiu una font **VPULSE** amb els paràmetres que apareixen en la Figura 34.

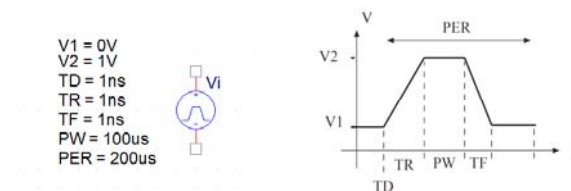


Figura 34

Ajusteu la configuració de la simulació i presenteu els resultats.

Qüestió Lab3: Representa la tensió de sortida V_o . Justifica la forma d'aquest senyal.

Exercici 4

Heu de repetir totes les simulacions que heu fet amb el circuit RC passabaixes (resposta temporal amb senyals sinusoïdals i quadrats i resposta freqüencial), amb el circuit RC passaaltres complementari que es representa en la Figura 37.

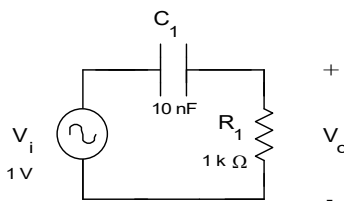


Figura 37

Heu de presentar els resultats de totes aquestes simulacions.

Qüestió Lab4: Repetiu les mateixes qüestions Lab1, Lab2 i Lab3 per al nou circuit.

Annex










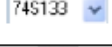



L'OrCad Capture disposa de tres barres de menús amb icones per seleccionar directament a les accions que es desitja realitzar. Aquests tres menús són: menú principal **Capture**, menú **Draw** i menú **Pspice**. Apart l'eina de visualització de resultats **Probe** disposa també d'unes barres de menús.

A continuació es detallen les opcions més importants de cadascun d'aquests menús que són les que s'utilitzen més habitualment.

Barra de menú **Capture**









La barra **Capture** proporciona un accés fàcil a les opcions més utilitzades del menú principal del programa. En la taula següent es detalla la funció dels més importants.

Icon	Name	Description
	New document	Creates a new document based on the active document. Equivalent to the New command on the File menu.
	Open document	Opens an existing document based on the active document. Equivalent to the Open command on the File menu.
	Save document	Saves the active schematic page or part. Equivalent to the Save command on the File menu.
	Print	Prints the active schematic page or part. Equivalent to the Print command on the File menu.
	Cut to clipboard	Removes the selected object and places it on the Clipboard. Equivalent to the Cut command on the Edit menu.
	Copy to clipboard	Copies the selected object to the Clipboard. Equivalent to the Copy command on the Edit menu.
	Paste from clipboard	Pastes the contents of the Clipboard at the cursor. Equivalent to the Paste command on the Edit menu.
	Undo	Undoes the last command performed. Equivalent to the Undo command on the Edit menu.
	Redo	Redoes the last command performed. Equivalent to the Redo command on the Edit menu.
	Most recently used	Displays the most recently placed part name in the dropdown list. Capture automatically adds part names as you select them from the Place Part dialog box. Select from the list to place parts again later.
	Zoom in	Zooms in to present a closer, enlarged view. Equivalent to the In command on the Zoom menu (on the View menu).
	Zoom out	Zooms out to present more of your document. Equivalent to the Out command on the Zoom menu (on the View menu).
	Zoom to region	Specifies an area of the schematic page or part to enlarge to fill the entire window. Equivalent to the Area command on the Zoom menu (on the View menu).

Barra de menú **Draw**











La barra **Draw** permet l'accés fàcil a les eines per dibuixar i especificar l'esquemàtic dels circuits que es volen simular. Habitualment aquesta barra està ancorada en el marge dret de la pantalla. A continuació es detallen les funcions més utilitzades.

Tool	Name	Description
	Select	Selects objects. This is the normal mode.
	Place part	Selects parts from a library for placement. Equivalent to the Part command on the Place menu.
	Place wire	Draws wires. SHIFT allows any angle drawing. Equivalent to the Wire command on the Place menu.
	Place net alias	Places aliases on wires and buses. Equivalent to the Net Alias command on the Place menu.
	Place ground	Places ground symbols. Equivalent to the Ground command on the Place menu.
	Place offpage connector	Places off-page connectors. Equivalent to the Off-Page Connector command on the Place menu.

Barra de menú **Pspice**

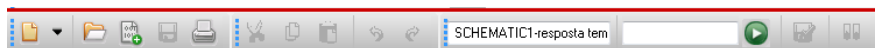






Aquesta barra de menús proporciona els enllaços directes a les eines més habituals per configurar i executar les simulacions PSpice. Aquesta barra apareix quan hi ha obert un projecte que utilitza PSpice. Les funcions més habituals es descriuen a continuació.

Tool	Name	Description
	New simulation profile	Creates a new simulation profile. Equivalent to the New Simulation Profile command on the Pspice menu.
	Edit simulation profile	Opens simulation profile for editing. Equivalent to the Edit Simulation Profile command on the Pspice menu.
	Run PSpice	Runs PSpice simulation for active profile. Equivalent to the Run Pspice command on the Pspice menu.
	View simulation results	Shows simulation results for the active profile. Equivalent to the View Simulation Results command on the Pspice menu.
	Place voltage marker	Places voltage/digital level markers. Equivalent to the Voltage Level command on the Markers sub-menu of the Pspice menu.
	Place current marker	Places marker showing current into a pin. Equivalent to the Current Into Pin command on the Markers sub-menu of the Pspice menu.
	Enable bias voltage display	Enables display of bias voltages. Equivalent to the Enable Bias Voltage Display command on the Bias Points sub-menu of the Pspice menu.
	Toggle bias voltage display	Toggles display of voltage bias point value for selection. Equivalent to the Toggle Selected Bias Voltage Display command on the Bias Points sub-menu of the Pspice menu.
	Enable bias current display	Enables display of bias currents. Equivalent to the Enable bias current display command on the Bias Points sub-menu of the Pspice menu.
	Toggle bias current	Toggles display of current bias point value for selection. Equivalent to the Toggle Selected Bias Current Display command on the Bias Points sub-menu of the Pspice menu.









Barres de menús del Probe

Després de l'execució de la simulació, s'obre la finestra de presentació dels resultats Probe. En aquesta finestra es disposa de una sèrie de barres de menús que faciliten l'accés a les diferents eines com s'explica en les taules següents.



Tool	Name	Description
File Toolbar		
	Open document	Opens an existing document based on the active document. Equivalent to the Open command on the File menu.
	Save document	Saves the active schematic page or part. Equivalent to the Save command on the File menu. [This may be <i>blanked</i> .]
	Print	Prints the active schematic page or part. Equivalent to the Print command on the File menu.
Simulate Toolbar in PSpice		
	Run	Runs the current simulation. Equivalent to the Run command on the Simulation menu.



	Probe toolbar in PSpice	
	Zoom in	Zooms in on a specified point. Equivalent to the In command on the Zoom menu (on the View menu).
	Zoom out	Zooms out from a specified point. Equivalent to the Out command on the Zoom menu (on the View menu).
	Zoom area	Zooms in on a selected area of a graph. Equivalent to the Area command on the Zoom menu (on the View menu).
	Zoom fit	Zooms to show all traces and labels. Equivalent to the Fit command on the Zoom menu (on the View menu). [Note: Returns to original graphs.]
	Add trace	Opens the Add Traces dialog box, which you use to add a trace (or traces) to a selected plot. Equivalent to the Add Trace command on the Trace menu.
	Text label	Opens the Text Label dialog box, which you use to add a text label to a graph. Equivalent to the Text command on the Label menu (on the Plot menu).
	Mark data points	Marks data points on analog traces. Equivalent to selecting the Mark Data Points option in the Probe Options dialog box (accessed by choosing the Options command on the Tools menu).
	Toggle cursor	Toggles the display of the Probe cursor on and off. Equivalent to the Display command on the Cursor menu (on the Trace menu).