

SIMULACIÓ I ANÀLISI DE CIRCUITS MITJANÇANT PSPICE

Sessió 3

Anàlisis DC i TRAN

Versió 1 - Febrer 2011

Juan A. Chávez, Santiago Silvestre, Antoni Turó

Introducció

En aquesta sessió s'aprofundirà en l'ús del simulador PSPICE. S'incidirà sobretot en les anàlisis de contínua DC i en el domini temporal TRAN així com en algunes possibilitats de l'eina de visualització PROBE.

Escombrat de contínua / DC Sweep

En aquest apartat es veurà com es fa un escombrat de tensió contínua. Aquest tipus d'anàlisi és molt útil per veure la característica d'entrada – sortida d'un circuit.

El primer circuit que simularem és el circuit rectificador amb un díode que es presenta en la Figura 1.

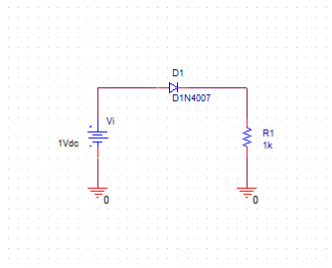



Figura 1

Per tant, el primer pas que heu de fer és crear un nou projecte com vareu fer en la sessió anterior i, després, heu d'introduir l'esquemàtic seguint els mateixos passos que en aquella sessió. Tingueu present que per afegir a l'esquemàtic el díode 1N4007, necessiteu afegir la llibreria que inclogui el seu model, que en aquest cas és la "diode.olb".

Un cop introduït l'esquemàtic, heu de configurar el perfil de la simulació amb: **Pspice > New Simulation Profile**, o bé clickant la icona equivalent  del menú **Pspice**. Després de donar nom al perfil, heu de configurar-lo amb una anàlisi del tipus "**DC Sweep**", la variable d'escombrat "Sweep variable" a "**Voltage source**" i el paràmetre "Name" amb la font d'entrada **Vi**. L'inici de l'escombrat heu de posar-lo a "Start Value" de **-10V**, el final a "End Value" igual a **10V** i el pas de tensió a "Increment" igual a **0.1V**.

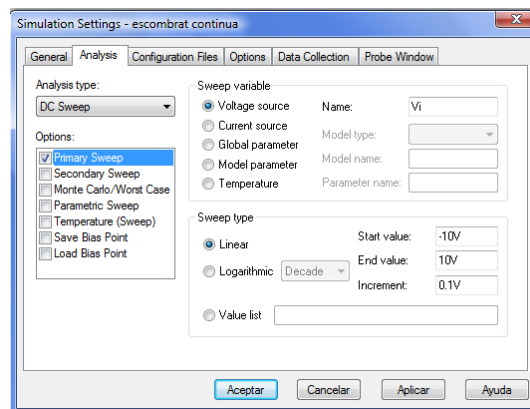



Figura 2

Utilitzeu un marcador de tensió per visualitzar la tensió de sortida a la resistència R_1 . Executeu la simulació i comproveu quina és la característica entrada - sortida del circuit i el seu comportament com a rectificador.

Important: Per poder simular el circuit, a més de la llibreria amb extensió “.olib”, el programa també necessita el model SPICE del díode 1N4007 que es troba en la llibreria “diode.lib”. En alguns casos aquesta llibreria ja pot estar configurada i, per tant, la simulació es pot fer sense cap problema.

Si la llibreria no està configurada, a l'executar la simulació ens apareix l'error “ERROR -- Model D1N4007 used by D_D1 is undefined” la qual cosa vol dir que hem d'afegir la llibreria “diode.lib” al nostre disseny. Per afegir aquesta llibreria a la simulació heu d'editar el perfil de la simulació:

Pspice > Edit Simulation Profile

O bé clicar la icona equivalent  del menú **Pspice** de la part superior de la pantalla. Cal triar la pestanya “**Configuration files**”, i després a la categoria “**Library**” cal utilitzar l'opció “**Browse**” per buscar la llibreria “**diode.lib**” a la carpeta “*carpeta d'instal·lació\tools\pspice\library*”. Un cop seleccionada la llibreria s'ha d'afegir amb “**Add to Design**” i fer “**Aceptar**”.

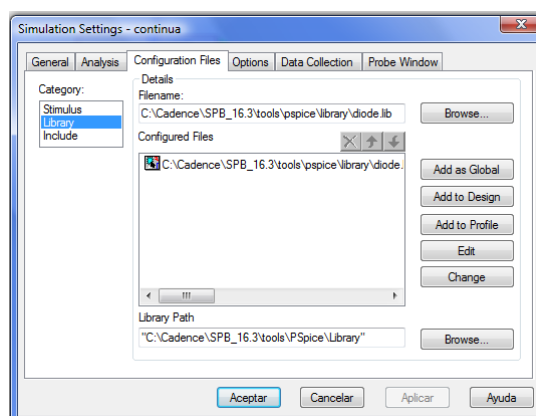


Figura 3

Una altra opció encara més interessant és afegir la llibreria “**nom.lib**” que inclou un conjunt de llibreries entre les quals també hi ha la “diode.lib”.

Un cop afegida la llibreria amb els models ja es pot executar la simulació.

Afegiu un nou perfil de simulació per veure l'evolució temporal dels senyals en el circuit (Anàlisi del tipus **TRAN**). Heu de veure l'evolució quan el senyal d'entrada és sinusoidal amb una freqüència de 1 kHz i una amplitud de 10 V. Visualitzeu els senyals d'entrada i de sortida del circuit.

Exercici 1

Heu d'analitzar el comparador amb histèresi realitzat amb un amplificador operacional (AO) μ A741 que es presenta a la Figura 4.

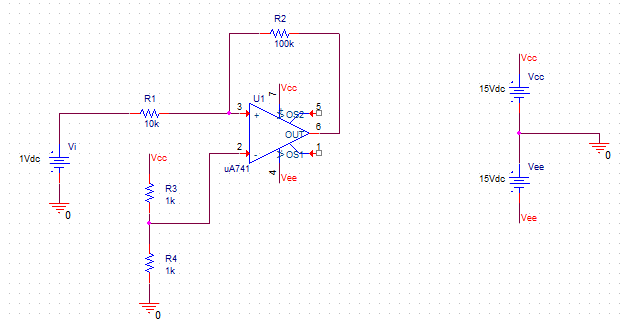





Figura 4

Introduïu l'esquemàtic del circuit. L'amplificador operacional μ A741 es troba a la llibreria "opamp.olb". Fixeu-vos en la utilitat de l'opció "Place > Net Alias" o bé la icona  que ens permeten assenyalar nodes del circuit que estan connectats sense haver de traçar la línia i complicar el dibuix de l'esquemàtic. En la Figura 4 hem utilitzat aquesta opció per donar nom als nodes de les tensions d'alimentació Vcc i Vee que es connecten a diferents punts del circuit.

Un cop tingueu l'esquemàtic feu la simulació d'un escombrat ascendent de la tensió d'entrada (des de -15 V a 15 V i passos de 0,1 V) i visualitzeu la tensió de sortida de l'AO. Feu el mateix amb un escombrat descendent (des de 15 V a -15 V i passos de 0,1 V).

Per editar la configuració del perfil de simulació, pot anar-se a la finestra principal i treballar des d'allà com heu fet fins ara, o bé, en la mateixa finestra de visualització PROBE, fer ús de la icona  de la barra de menús del marge esquerre de la pantalla. Per tornar a executar la simulació també es pot fer amb la icona  de la barra de menús superior d'aquesta finestra.

Quines són les tensions d'entrada llindar que fan canviar la tensió de sortida en cadascun dels casos? Compareu els resultats amb l'anàlisi sobre un paper del circuit.

Afegiu un nou perfil de simulació per veure l'evolució temporal dels senyals en el circuit (Anàlisi del tipus **TRAN**). Heu de veure l'evolució quan el senyal d'entrada és sinusoidal amb una freqüència de 100 Hz i una amplitud de 15 V. Visualitzeu els senyals d'entrada i de sortida del circuit.

Evolució temporal dels senyals / Anàlisi TRAN

En la següent simulació analitzarem un circuit amplificador de tensió basat en un transistor en emissor comú com es mostra a la Figura 5.

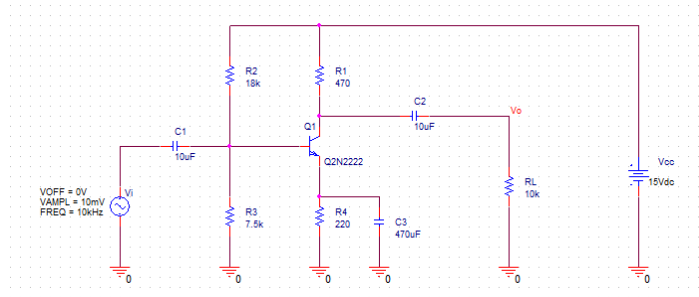


Figura 5

Heu de simular el circuit per veure l'evolució temporal dels senyals (anàlisi del tipus **TRAN**). Proveu primer el circuit amb un senyal de 10 mV d'amplitud i freqüència igual a 10 kHz.

Un punt interessant en el funcionament del transistor BJT és el seu punt de treball en contínua. Per visualitzar-lo hem d'assegurar-nos que estigui habilitada l'opció del punt de treball en contínua fent:

Pspice > Bias Points > Enable

Si està habilitat, a la barra del menú **Pspice** de la part superior de la pantalla hi ha d'aparèixer les icones per habilitar les tensions, els corrents i les potències dissipades respectivament:



Figura 6

Habiliteu la visualització de les tensions i els corrents en contínua del circuit clickant sobre la icona corresponent. Compareu el punt de polarització del transistor (V_{BEQ} , V_{CEQ} , I_{BQ} i I_{CQ}) amb els resultats de l'anàlisi del mateix circuit sobre paper. Supposeu una β del transistor de 200.

Calculeu el guany de l'amplificador a 10 kHz a partir de la visualització del senyal d'entrada i del de sortida.

En la finestra de visualització PROBE és molt útil l'ús dels cursor per trobar el valor d'un senyal en un determinat instant. Per activar els cursors cal seleccionar:

Trace > Cursor > Display


O bé clickar la icona equivalent  del menú **Pspice** de la part superior de la pantalla, ressaltant-se les icones de les opcions disponibles al menú dels cursors.



Figura 7

Ahora s'obre una finestra en la part inferior dreta de la pantalla on apareix la informació del punt del senyal que està marcat pel cursor. Per moure el cursor només cal arrossegar-lo amb el ratolí fins al punt desitjat. També es pot fer amb les fletxes dreta i esquerra del teclat. Es disposa de dos cursors per poder fer mesures relatives entre l'un i l'altre. Per fixar un cursor i canviar a l'altre, cal clickar el botó dret del ratolí.

Exercici 2

Heu de trobar el marge dinàmic de sortida i el marge dinàmic d'entrada al circuit de la Figura 5. Per fer-ho heu d'anar provant diferents amplituds del senyal d'entrada i veure quan comença a distorsionar-se el senyal de sortida. Trobeu la màxima excursió de la tensió de sortida i la màxima tensió d'entrada permesa per a que no hi hagi distorsió.

Exercici 3

Heu de simular el circuit seguidor de tensió de la Figura 8 per avaluar l'efecte del Slew-Rate de l'amplificador operacional. L'AO és el mateix $\mu A741$ que s'ha utilitzat anteriorment.

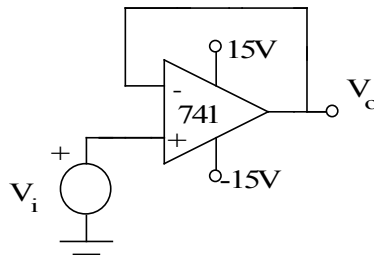


Figura 8

S'ha d'analitzar:

- La sortida en funció del temps per a un senyal sinusoidal d'entrada V_i d'1 V i 50 kHz.
- La sortida en funció del temps per a un senyal sinusoidal d'entrada V_i d'10 V i 50 kHz.
- El valor del Slew-Rate de l'AO utilitzat. El Slew-Rate es defineix com la màxima variació de la tensió de sortida i , per tant, és igual a l'expressió:

$$SR = (dV_o/dt)_{\max}$$

Això vol dir que per trobar aquest paràmetre resulta útil visualitzar la derivada respecte al temps del senyal de sortida amb l'operador **D()** del PROBE. Per fer-ho cal triar aquest operador de la llista que apareix a la dreta de la finestra de diàleg quan es fa "Add Trace".

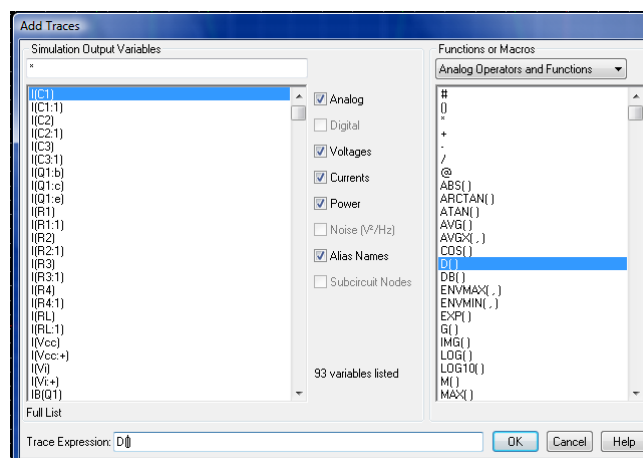


Figura 9

Quin és el Slew-Rate de l'AO?

Exercici 4

En segon lloc heu de visualitzar el temps de pujada de l'AO. La Figura 10 explica la definició i el circuit de mesura del temps de pujada t_r .

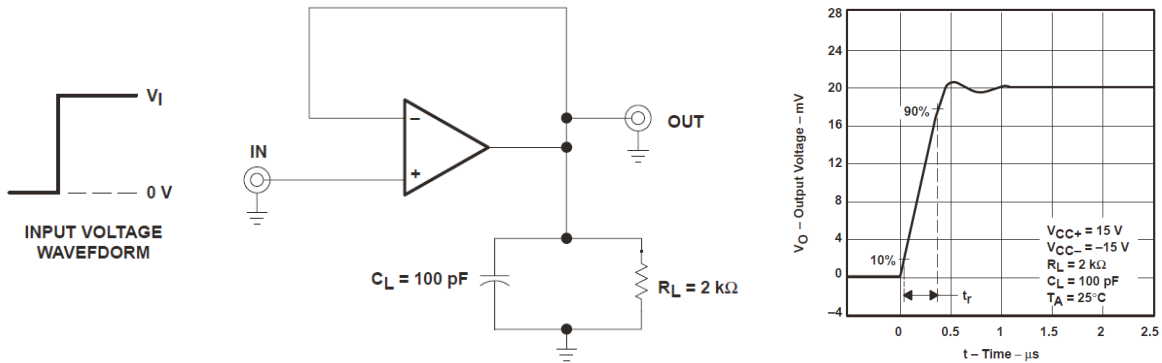


Figura 10

Feu la simulació del circuit seguidor de tensió però excitat per un generador de polsos de tensió (**VPULSE**) i carregat amb R_L i C_L . Heu de canviar la font sinusoidal per aquest nou generador:

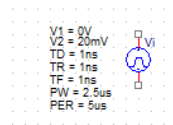


Figura 11

Visualitzeu la sortida en funció del temps per a un tren polsos de tensió a l'entrada V_i d'amplitud 20 mV i període de 5 μs ($V1 = 0$, $V2 = 20 \text{ mV}$, $PER = 5 \mu\text{s}$, $PW = 2.5 \mu\text{s}$ i la resta de paràmetres $TD = TR = TF = 1 \text{ ns}$). A partir de la visualització dels resultats, quin és el temps de pujada t_r de l'AO?