

ELECTRÒNICA I. Curs 2005/2006

INTRODUCCIÓ AL SIMULADOR PSPICE:

1. INTRODUCCIÓ

L'objectiu d'aquesta pràctica és donar a conèixer el programa de simulació de circuits PSPICE. És convenient que l'alumne tengui present aquesta pràctica a l'hora de fer les pràctiques següents, ja que pot servir de "manual resumit de Pspice". A continuació s'exposen les bases pel seu ús.

2. CARACTERÍSTIQUES GENERALS

El programa PSPICE permet analitzar un circuit amb la finalitat de conèixer les tensions a cada node i els corrents que travessen els distints elements del circuit. A continuació es descriuen els elements disponibles per a la realització dels circuits, així com els tipus d'anàlisi que es poden fer per caracteritzar el circuit.

2.1 Elements de circuit

El simulador PSIPICE és capaç de treballar amb els següents elements:

- Components passius: resistències, condensadors, bobines, transformadors i línees de transmissió.
- Dispositius semiconductors: diodes, transistors bipolars i d'efecte de camp.
- Generadors: de tensió i corrent, tant depenents com independents de la tensió o corrent en un altre punt del circuit.

També es contempla la possibilitat de crear subcircuits que poden esser enmagatzemats i emprats posteriorment en altres circuits, referenciant-los com un únic element.

2.2. Tipus d'anàlisi.

Els tipus d'anàlisi que PSPICE pot realitzar són bàsicament tres:

Règim estacionari (cc). Calcula les tensions i corrents quan tots els generadors independents tenen un valor constant. Aquesta opció també inclou l'escombrat d'un

generador, de la temperatura o d'un paràmetre de qualsevol element, entre dos valors fixats.

Règim sinusoidal (ac). Quan els generadors són de la forma $A+B\sin(\omega t+\Phi)$, i el circuit es comporta linealment, totes les tensions i corrents tenen aqueixa mateixa forma. PSPICE calcula els valors de B i Φ a cada punt, quan es varia ω progressivament entre dos valors prefixats. Fa ús dels valors de A calculats en cc.

Règim transitori (tran). Calcula la variació temporal de les tensions i corrents, en el cas de que els generadors tinguin una dependència temporal arbitrària. Els valors inicials ($t=0$) són els calculats en cc, o bé poden ser introduïts per l'usuari.

3. PROCÉS DE SIMULACIÓ D'UN CIRCUIT

La simulació d'un circuit es realitza en tres etapes:

1. Edició d'un arxiu en el qual s'especifiquen el circuit i l'anàlisi a realitzar.
2. Simulació del circuit
3. Visualització de resultats

Per això s'empraran tres programes:

Un editor de text, ja sigui el **EDIT** de MSDOS o el **bloc de notes** del windows95, o bé qualsevol altre sempre que ens pugui proporcionar un fitxer tipo ASCII.

PSPICE: analitzador de circuits, el qual es troba al menu de Inicio-Programas-MicroSimEval8-PspiceA_D.

PROBE: representació gràfica de resultats, el qual es pot cridar directament des de la finestra del Pspice, menu File-Run probe.

3.1 L'Editor de text.

Amb el programa editor de text s'ha de crear l'arxiu d'entrada a l'analitzador (Pspice). Es convenient que aquest arxiu porti l'extensió .CIR per a poder distingir-lo d'altres fitxers existents.

Aquest fitxer està format per una sèrie de línees, que representen les instruccions. La primera sempre serà el títol del circuit i la darrera serà sempre .END. La resta d'instruccions s'agrupen en tres grans blocs:

1. Descripció del circuit
2. Tipus d'anàlisi a realitzar
3. Especificació del format de sortida

A l'apartat 4 es descriu amb més detall l'edició de l'arxiu d'entrada.

3.2 Simulació del circuit amb PSPICE

Una vegada editat i guardat el fitxer d'entrada es començarà el procés de simulació. Per fer això, primer s'obri l'aplicació Pspice. Després es selecciona la opció *open* del menú *file*. Es selecciona ara l'arxiu d'entrada anteriorment creat. El simulador donarà com a arxius de sortida un amb el mateix nom que el d'entrada però amb l'extensió .OUT, i cas de que es vulguin visualitzar gràfiques, un fitxer amb l'extensió .DAT. Fet això, el programa realitza la simulació del circuit.

3.3 Visualització del resultat amb PROBE.

En el fitxer de sortida (.OUT) apareix la descripció del circuit, la informació sobre el procés de simulació (errors, temps, etc ...) junt amb aquells resultats de la simulació que s'han sol·licitat expressament. Pot editar-se amb l'editor de textos que es va emprar per a realitzar el fitxer d'entrada.

Si a l'arxiu d'entrada s'afegeix la instrucció .PROBE aleshores el simulador genera un altre fitxer de sortida amb l'extensió .DAT, per la visualització gràfica dels resultats. Per a poder contemplar aquesta representació a la finestra del programa Pspice apareix al menú la opció Run Probe (menú File-RunProbe). Una vegada oberta l'aplicació, per defecte agafarà el fitxer .DAT corresponent al fitxer .CIR simulat, encara que es poden obrir altres fitxers per representar. Emprant les diferents opcions del programa es poden visualitzar tots els resultats de la simulació.

4. EDICIÓ DE L'ARXIU D'ENTRADA

4.1 Generalitats sobre l'arxiu d'entrada.

Quan s'escriu l'arxiu d'entrada (.CIR) s'han de considerar les següents regles:

- La primera línia del circuit s'empra per introduir el títol, en cap cas un component ja que seria ignorat pel simulador.
- Un asterisc (*) al principi d'una línia significa que aquesta línia és un comentari i serà ignorada pel simulador.
- El signe "+" al principi d'una línia indica que aquesta és continuació de l'anterior.
- L'ordre de les instruccions és irrelevant
- El simulador no fa diferència entre majúscules i minúscules
- Espais en blanc, comes i tabulacions són equivalents.

4.2 Descripció dels components passius

El primer pas a seguir en la descripció d'un circuit consisteix en enumerar tots els nusos del circuit. Per això s'ha d'assignar un número a cada node del circuit, excepte el número zero que es reservarà pel node de terra. Cada node ha de tenir un número assignat i dos nodes distints no poden tenir assignats el mateix número.

Cada component s'expressa per una línia que conté el seu nom, seguit de 2 o més nodes entre els quals es troba ubicat, i el seu valor. La primera lletra del nom indica el component del qual es tracta (veure taula), després d'aquesta lletra inicial, els noms poden contenir tant lletres com números.

Resistències	R<nom> node1 node2 <valor>
Condensadors	C<nom> node1 node2 <valor>
Bobines	L<nom> node1 node2 <valor>
Transformadors	K<nom> L<nom> L<nom> <valor>

Un transformador està compost per dues bobines, amb acoblament magnètic. Per aquest motiu, en lloc d'especificar els seus nusos, s'especifica el nom de cada bobina i el valor del coeficient d'acoblament.

Els valors dels components segueixen la notació científica, tant els factors d'escala, com les unitats són opcionals. Els factors d'escala que reconeix PSPICE són els següents:

F (femto) = $10e - 15$ P (pico) = $10e - 12$ N (nano) = $10e - 9$ U (micro) = $10e - 6$ M (mili) = $10e - 3$	K (kilo) = $10e3$ MEG (mega) = $10e6$ G (giga) = $10e9$ T (tera) = $10e12$
--	---

Exemples:

R1 2 1 10	(resistència R1 de 10Ω entre els nusos 1 i 2)
Rload 0 1 10MEG	(resistència Rload de $10 M\Omega$ entre el nuu 1 i terra)
LA 2 3 10M	(bobina LA de $10 mH$ entre els nusos 2 i 3)
C2 12 1 10U	(condensador C2 de $10 \mu F$ entre els nusos 12 i 1)
K L1 L2 0.8	(transformador format per L1 i L2 amb coeficient d'acoblament 0.8)

4.3 Els dispositius semiconductors.

Els dispositius estan descrits per un model matemàtic. Aquest model inclou un conjunt d'equacions que relacionen les tensions i corrents en els seus terminals, i un nombre elevat de paràmetres, que són els coeficients de les equacions. A la línia de descripció de cada dispositiu basta indicar el nom del model, que a la vegada estarà descrit a una altra línia. Això permet emprar un mateix model per a varis dispositius, sense la necessitat de duplicar-lo al fitxer d'entrada.

Cada dispositiu s'expressa per una línia que indica el seu nom, seguit dels nodes on es situa (dos o més) i del nom del model. La primera lletra del nom indica el dispositiu segons la següent taula:

Diodes	D<nom> node1 node2 <mnom>
Transistors bipolars	Q<nom> node1 node2 node3<mnom>
JFET's	J<nom> node1 node2 node3 node4 <mnom>
MOSFET's	M<nom> node1 node2 node3 node4 <mnom>

A cada cas <mnom> és el nom del model, arbitrari, el qual es descriu com:

.MODEL<mnom> tipus (par1=val1 par2=val2parb=valn)

on "tipus" indica el model que correspon al tipus de dispositiu, "par ..." són els distints paràmetres i "val ..." el seu valor. En aquest moment no es adequa una exposició extensa del tema, però convé fer notar que PSPICE ja disposa internament dels models per alguns dispositius comercials, cosa que simplifica l'edició del circuit.

Exemples:

D1 2 1 1N914	(diode D1 del tipus 1N914 entre els nusos 2 i 1)
D3 4 10 1N914	(diode D3 del tipus 1N914 entre els nusos 4 i 10)
.model 1N914 D (Is=100pA n=2)	(descripció del diode 1N914)

4.4 Descripció dels generadors

PSPICE disposa de generadors de tensió i corrent independents o depenents de les tensions i corrents en altres punts del circuit

Fonts independents

El seu valor pot especificar-se separatament per cada tipus d'anàlisi a realitzar.

Font de tensió	V<nom> N + N - <DCval><ACmag fase><tran>
Font de corrent	I<nom> N + N - <DCval><ACmag fase><tran>

<nom> especifica el nom de la font, N+ N- els nuus entre els quals es co.loc a el generador, <Dcval> especifica el valor de la font en règim estacionari (cc), <Acmag fase> especifica els valors d'amplitut i fase quan es fa una anàlisi en règim sinusoidal (ac) i <tran> indica la funció que representa la variació temporal en l'anàlisi transitori (tran). Per aquest darrer es disposa de cinc tipus de funcions.

Sinusoidal	SIN (VO VA freq TD TF)
Quadrada	PULSE (V1 V2 TD TR TF PW PER)
Exponencial	EXP(V1 V2 TD1 TAU1 TD2 TAU2)
Lineal a troços	PWL(T1 V1 T2 V2 ...)
Modulació FM	SFFM(VO VA FC MI FS)

En cas de desitjar un únic tipus de funció s'omitiran tots els altres tipus. Exemples:

V1 2 1 DC 10	Generador de tensió entre els nuus 2 i 1 de 10 volts per a corrent continua
Vin 2 1 AC 1	Generador de tensió sinusoidal entre els nuus 2 i 1 d'amplitud 1 volt i fase nula, ja que no s'indica
Vin 2 1 sin (2 1 1Khz)	Generador de tensió sinusoidal per a anàlisi transitori, de 1 volt d'amplitut i freqüència 1 Khz amb una tensió continua sobrepassada de 2 volts
V1 2 1 DC 10 AC 1 sin (2 1 1Khz)	Generadors anteriors amb una sola instrucció

Fonts dependents

La seva sortida és una tensió o un corrent proporcional al valor d'una altre tensió o corrent en el circuit. Existeixen quatre tipus, que es poden distingir per la primera lletra del nom, segons la taula següent.

Fonts de tensió control.lades per tensió control.lades per corrent	E<nom> N+ N- NC + NC - <valor> H<nom1> N+ N- V<nom2> <transresistència> V<nom2> NC+ NC- 0
Fonts de corrent control.lades per tensió control.lades per corrent	G<nom>N+N- NC+ NC- <transconductància> F<nom1>N+N-V<nom2> <valor> V<nom2> NC+ NC- 0

<nom> és el nom del generador, N+ N- els nuus entre els quals es situa el generador. Si és una font control.lada per tensió, NC+ NC- són els dos nodes entre els quals es mideix la tensió en qüestió. A les fonts control.lades per corrent, es defineix aquesta com la que circula per la font de tensió V<nom2>, la qual ha d'estar especificada a una altre línia del

fitxer d'entrada. Notem que V_{nom2} té valor zero, i és per tant un curtcircuit, per la qual cosa es pot posar en sèrie a qualsevol branca del circuit sense alterar el circuit.

Exemples:

E1 2 1 4 5 10	Generador de tensió entre els nodes 2 i 1, llur valor és 10 vegades la tensió entre els nodes 4 i 5
F44 2 3 vx 22	Generador de corrent entre els nodes 2 i 3, llur valor és 22 vegades la intensitat que travessa la font de tensió vx. Com ja s'ha comentat vx serà una font auxiliar de valor 0 col.locada per nosaltres al circuit.

4.5 Descripció del tipus d'anàlisi a realitzar.

El tipus d'anàlisi s'especifica mitjançant una sèrie de comanes que es poden veure a continuació:

.OP

Analitza el règim estacionari (cc) i escriu els resultats a l'arxiu .OUT

.DC<nom><inici><fi><inc>

Defineix la corba de transferència en règim estacionari (anomenant també escombrat en contínua). <nom> representa el nom d'una font independent de tensió que realitza l'escombrat, <inici> i <fi> són els valors límit de l'escombrat i <inc> els increments successius del valor de la font.

.TRAN <a><c><d>

Realitza una anàlisi transitòria amb:

<a> = màxim pas d'integració de les equacions. Convé que sigui menor que <d>

= temps final de simulació

<c>= temps a partir del qual volem guardar dades per a la representació gràfica

<d>= interval de temps per a la guarda de punts per a la representació gràfica.

Si es volen definir condicions inicials, s'introduirà una instrucció **.IC** de la següent manera

.ic v(node)=valor i(element)=valor ...

i a més s'haurà d'afegir la indicació **uic** com a últim paràmetre de la instrucció **.tran**, així per exemple una instrucció **.tran** que empra condicions inicials a l'anàlisi seria:

.tran 1u 10m 0 10u uic

.AC <tipus><np><inici><fi>

Realitza un escombrat en pedir senyal (component alterna o ac).<tipus> representa el tipus de variació de la freqüència (per dècades, octaves o lineal- DEC, OCT, LIN respectivament), <np> el número de punts a analitzar i <inici> i <fi> les freqüències inicial i final, respectivament.

4.6 Especificacions del format de sortida.

.PROBE

Aquesta instrucció genera un arxiu amb l'extensió .DAT. Aquest arxiu conté la informació necessària perquè el programa PROBE pugui representar gràficament totes les variables del circuit que hom desitgi. A més aquesta aplicació és interactiva amb l'usuari.