INTRODUZIONE A PSPICE

Marco Panareo

Sommario

- Il progetto di un circuito
- Perché simulare un circuito
- Il Simulatore PSpice
- I programmi che costituiscono PSpice
- Principio di funzionamento
- Che cosa è una NetList
- Fasi di analisi di un circuito
- Tipi di analisi in PSpice
- Tipi di file ed estensioni
- Esercizi dimostrativi

Lo sviluppo di un circuito



Perché simulare un circuito

 Per conoscere il comportamento il un circuito elettrico è necessario risolvere un sistema di equazioni intregro-differenziali dedotte dalla teoria dei circuiti. Al crescere delle dimensioni del circuito diventa molto difficile e se non impossibile risolvere il circuito analiticamente



- Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis
- PSpice, versione di SPICE per personal computer, sviluppato dalla Microsim Corporation e commercializzato a partire dal 1984, è attualmente distribuito dalla CADENCE. PSpice è disponibile in numerose versioni per i diversi sistemi operativi (DOS, Windows, Unix, etc.)
- Faremo riferimento alla versione free for studens 9.1
 PSpice, con i seguenti limiti di utilizzo
 - 64 nodi
 - 10 transistors
 - 65 digital primitive devices
 - 10 transmission lines in total (ideal or not ideal)
 - 4 pairwise coupled transmission lines

PSpice 9.1 Student Version

Cosa vuol dire simulare un circuito

- Disegnare il circuito
- Definire gli stimoli
- Stabilire il range della simulazione
- Aggiustare i parametri
- Eseguire la simulazione
- Analizzare i risultati

Il software PSpice

- Capture
 - Interfaccia grafica per la realizzazione dei circuiti (Schematic Capture)
- PSpice Advance Analysis
 - Simula il circuito creato con Schematics.
- PSpice Model Editor
 - Permette la descrizione di nuovi componenti
- PSpice Optimizer
 - Programma di ottimizzazione circuitale che migliora le prestazioni dei circuiti
- PSpice Stimulus Editor
 - Programma per generazione di stimoli

La struttura del programma PSpice



La netlist di PSpice

- PSpice elabora un file di input testuale detto netlist
- La netlist, scritta nel linguaggio di PSpice:
 - Contiene la definizione del circuito
 - Definisce i parametri dei dispositivi
 - Specifica il tipo di analisi da effettuare
 - Controlla l'output dei risultati di simulazione



Esempio: il circuito RC



Studio di un circuito con PSpice

- Disegno del circuito Schematics
 - Un editor grafico, usato per disegnare sullo schermo il circuito da simulare. Consente di posizionare i componenti, collegarli assieme per formare il circuito e inoltre permette di specificare il tipo di analisi da eseguire
- Simulazione PSpice A/D
 - Il programma che simula il circuito creato con Schematics. Simulare un circuito significa costruire un modello matematico del circuito a partire dai modelli o relazioni costitutive dei componenti e risolverne le equazioni risultanti
- Visualizzazione dei risultati Probe
 - Programma che fornisce una visualizzazione grafica dei risultati generati da PSpice. Può essere utilizzato per tracciare il grafico di una qualunque tensione o corrente del circuito o di grandezze da queste derivate

Analisi con PSpice

BIAS

 permette di trovare le correnti in tutti i rami e le tensioni in tutti i nodi, in regime stazionario, cioè con tutte le tensioni e correnti dei generatori indipendenti fissate ad un determinato valore (è l'analisi che viene sempre svolta anche se non specificato)

• DC

 fa l'analisi in DC del circuito, fornendo una grandezza di uscita al variare di un generatore indipendente considerata come variabile di ingresso.

• AC

 permette di calcolare le tensioni ai nodi di un circuito lineare come numeri complessi funzione della frequenza del generatore sinusoidale applicato.

TRAN

- calcola le tensioni di nodo come forma d'onda in funzione del tempo"

Tipi di files ed estensioni

- .opj
 - · file di progetto complessivo di Capture
- .sch
 - schema di Capture
- .net
 - contiene tutte le informazioni relative ai componenti e ai collegamenti necessarie alla soluzione del circuito
- .cir
 - file di input ("netlist") di PSpice che contiene la descrizione del circuito e il tipo di analisi che si intende eseguire. Inizia sempre con una riga di titolo (ignorata da PSpice) e termina sempre con il comando .END
- .sim
 - profilo della simulazione
- .lib
 - nome del file di libreria contiene la descrizione in linguaggio PSpice dei modelli che si vogliono utilizzare
- .olb
 - libreria dei componenti (part library) è quella che contiene il disegno del componente associato al componente di libreria
- .out
 - · contiene i risultati dell'analisi

Esempio: il partitore resistivo - netlist

PARTITORE (la prima riga è ignorata) * primo esempio PSpice

- * descrizione del circuito
 * resistori
- R_R1 V1 V2 10hm
- R_R2 0 V2 20hm
- * generatore di tensione V_V1 V1 0 1Vdc
- * simulazione: analisi del punto di lavoro .OP
- * fine del file .END



Esempio: il partitore resistivo - .out file



TOTAL POWER DISSIPATION 3.33E-01 WATTS

Creazione di un progetto - Capture

Selezionare File \rightarrow New \rightarrow Project

【 Orcad	Capture - [Session Log]		
File	View Edit Options Window	Help	
2	New	•	Prvject
	Open	•	Design
·	Save Save As	Ctrl+S	Library VHDL File Text File
1'	Print Preview	l	Text The
	Print	Ctrl+P	
	Print Setup		
	Import Design Export Design		
	1 noise2stadio		
	2 noise1stadio		
	3 C:\SPICEPROJECT\\noise_FE		
	4 noiseths4509		
	Exit		

Selezionare Create a blank project

Inserire il nome del progetto e collocarlo nella cartella del progetto

lame		<u> </u>
nome progetto		Cancel
Create a New Project Using		Help
PC Board Wizar	Create a n Mixed A/D	w Users ew Analog or project. The
Programmable Logic Wizar	new project or copied l template.	ct may be blank from an existing
🧱 💭 Schemati		
ocation		
C:\SPICEPROJECT\noiseths4509\cartella proget	to	Browse



Caricare le librerie - componenti

Place Part \rightarrow Add Library \rightarrow selezionarle tutte \rightarrow Apri \rightarrow OK

A

1	×	2			3	
	2	Place Part		X	Browse File	X
Place		Place Part Part Part Part Part I00101/DIG_ECL 100102/DIG_ECL 100107/DIG_ECL 100117/DIG_ECL 100112/DIG_ECL 100124/DIG_ECL 100124/DIG_ECL 100124/DIG_ECL 100130/DIG_ECL 100130/DIG_ECL 100130/DIG_ECL 100131/DIG_FCI Libraries: SIEMENS SOURCE SOURCESTM SPECIAL SWIT_RAV SWIT_REG TEX_INSTR TLINE XTAL ZETEX	Graphic Convert Packaging Parts per Pkg: 1 Part: Type:	K OK Cancel Add Library Remove Library Part Search	Browse File Cerca in: Pspice Nome Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Comparison of the system Image: Co	
	0					

Caricare le librerie - ground

Plage Ground		Browse File	X
Symbol:	OK Cancel Add Library Remove Library Help	Cerca in: PSpice Nome pwrbjt.olb pwrmos.olb siemens.olb source.olb source.olb Tipo file: source.olb Tipo file: Capture Library(*.olb) Apri in sola lettura	
3 Place Ground Symbol: 0 \$D_HI \$D_LO 0 Libraries: Design Cache source SOURCE Name: 0	OK Cancel Add Library Remove Library Help	Place ground – source.olb \rightarrow A	→ Add Library → pri → OK

Scegliere la simulazione

2

3

PSpice	Accessories	Reports	Options	W
Ne	w Simulation I	Profile		
Ed	it Simulation P	rofile		
Ru	in		F11	
Vie	ew Simulation	F12		
Vie	ew Output File			
Ma	ake Active			
Sir	mulate Selected	d Profile(s)		
Cr	eate Netlist			
Vie	ew Netlist			
M	arker List			

1

$\textbf{PSpice} \rightarrow \textbf{New Simulation Profile}$

Name:		-
_	_	Create
1		Cancel
Inherit From:		
none	•	
De et Celes a etier		

Analysis type: Time Domain (Transient)	Run to time: 1000ns seconds (TSTOP) Start saving data after: 0 seconds
General Settings Monte Carlo/Worst Case Parametric Sweep Temperature (Sweep) Save Bias Point	Transient options Maximum step size: seconds Skip the initial transient bias point calculation (SKIPBP)
Load Bias Point	Output File Options

Eseguire la simulazione

 $\textbf{PSpice} \rightarrow \textbf{Run}$

- 🚯 Orcad Capture [noise2stadio] File Design Edit View Tools PSpice Accessories Reports Options Wind New Simulation Profile 🎦 😂 📳 9 E Edit Simulation Profile SCHEMATIC1-noise2stadio ▾ Run F11 View Simulation Results F12 🖏 Hierarchy File View Output File - Design Resources Make Active 🗄 🙀 .\noise2stadio.dsn Simulate Selected Profile(s) 🛅 Library Outputs Create Netlist PSpice Resources View Netlist Marker List...
- Si apre il programma PSpice A/D e per visualizzare una grandezza si esegue il comando

 $\textbf{Trace} \rightarrow \textbf{Add} \ \textbf{Trace}$



Esempi

- Il punto di lavoro di una rete resistiva
- Carica e scarica di un condensatore analisi nel dominio del tempo
- Carica di un condensatore attraverso una resistenza al variare della resistenza – simulazione parametrica
- Risonanza nel circuito RCL serie

Il punto di lavoro





ptions: 2 General Settings 3 Temperature (Sweep) 3 Save Bias Point 3 Load Bias Point	 Include detailed bias point information for nonlinear controlled sources and semiconductors (.OP) Perform Sensitivity analysis (.SENS) Output variable(s): Calculate small-signal DC gain (.TF) From Input source name: To Output variable:
--	--

Bias Point

- Determinazione delle tensioni ai nodi
- · Correnti attraverso i componenti
- Potenze dissipate



Carica di un condensatore



fimulation Settings - caricaC	
General Analysis Include Files Analysis type: Time Domain (Transient) ▼ Options: ▼ Options: ✓ General Settings Monte Carlo/Worst Case Parametric Sweep □ Temperature (Sweep) Save Bias Point □ Load Bias Point	Libraries Stimulus Options Data Collection Probe Window Run to time: 700us seconds (TSTOP) Start saving data after: 0 seconds Transient options Maximum step size: seconds Skip the initial transient bias point calculation (SKIPBP) Output File Options
	OK Annulla Applica ?

- Per t < 10µs, VC=0V, il condensatore C1 è scarico
- Per t = 10µs l'interruttore si chiude, il condensatore C1 prende a caricarsi attraverso R1 con costante di tempo R1×C1
- R1×C1≈1kΩ×100nF ≈ 100µs

anaral Analysia Insluda Eilaa Libraries C		
eneral Analysis include riles clorance 3		
Filename:		
	Browse	
.ibrary files		
C:\Program Files\Orcad\Capture\Library\PSpic	e\nom.lib* Add as Global	
	Anri	
	Арп	
	Cerca in: 📜 PSpice	▼ ← 🗈 💣 💷
	Nome	Ultima modifica
	motormos.lib	23/02/1995 18:37
•	motorsen.lib	12/05/2000 19:25
.ibrary Path	📄 nat_semi.lib	02/10/1998 09:40
"C:\Program Files\OrCAD_Demo\Capture\Libra	nom.lib	12/05/2000 19:26
	nom_dig.lib	12/05/2000 19:26
	III	12/05/2000 10:26
	DK Nome file: nom lib	
		Аріі
	Tipo file: Library Files (*.lib)	 Annulla

Carica di un condensatore



Carica/scarica di un condensatore



Analysis type: Time Domain (Transient)	Run to time: 1600us seconds (TSTOP)
Options: Y General Settings Monte Carlo/Worst Case Parametric Sweep Temperature (Sweep) Save Bias Point Load Bias Point	Start saving data after: 0 seconds Transient options Maximum step size: seconds Skip the initial transient bias point calculation (SKIPBP) Output File Options



Simulazione parametrica



Rval = 100

- · Cambiare il valore della resistenza in {Rval}
- Aggiungere dalla libreria SPECIAL il componente PARAMETERS
- Doppio click su parameters: si apre il Property Editor, selezionare new column, inserire Rval nella casella Name, OK
- Inserire 100 nella colonna Rval
- Cliccare su Display e selezionare Name and Value
- Cliccare su Apply
- Selezionare Parametric Sweep nel Simulation Settings
- Selezionare Global parameter
- Inserire Rval nel campo Parameter name
- Inserire i valori di inizio e fine simulazioni

Analysis type: Time Domain (Transient) Coptions: Control Carlo/Worst Case Control Carlo/Worst C	g data after: 0 options	seconds seconds seconds point calculation (SKIPBP) Output File Options
--	----------------------------	--



Simulazione parametrica





 $\frac{\overline{V}_{out}(\omega)}{\overline{V}_{in}(\omega)} = \frac{1}{1 + jQ\left(\frac{\omega}{m} - \frac{\omega_0}{m}\right)} \qquad Q = \frac{\omega_0 L}{R}$ R2 300ohm $\begin{vmatrix} \overline{V}_{out}(\omega) \\ \overline{V}_{in}(\omega) \end{vmatrix} = \frac{1}{\sqrt{1 + Q^2 \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}} & \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \approx 10^4 \, rad/s \\ \sqrt{1 + Q^2 \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)^2} & f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} \approx 1.58 \, kHz \\ \varphi(\omega) = -\arctan\left[Q\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)\right]$

Simulation Settings - rcl		
Simulation Settings - rcl General Analysis Include Files Li Analysis type: <u>AC Sweep/Noise</u> <u>Options:</u> <u>Options:</u> <u>WGeneral Settings</u> <u>Monte Carlo/Worst Case</u> <u>Parametric Sweep</u> <u>Temperature (Sweep)</u>	AC Sweep Type - C Linear Logarithmic Decade	Options Data Collection Probe Window Start Frequency: 1 End Frequency: 500k Points/Decate: 100
Save Bias Point	☐ E <u>n</u> abled	Output Voltage:
Output File Options Include detailed bias point information for nonlinear controlled sources and semiconductors (OP)		
OK Annulla Applica ?		

Circuito RCL



Esercizio



Risposta del circuito RC al variare della frequenza del generatore sinusoidale applicato in ingresso