

IL SIMULATORE CIRCUITALE SPICE

D.U. in Ingegneria Elettronica

A.A. 2000 -2001

Ing. Emanuele Dilettoso



Scopo della simulazione dei circuiti elettrici

- Per conoscere il comportamento di un circuito elettrico è necessario risolvere un insieme di equazioni derivate dalle LKT, dalle LKC e dalle LL.
- Al crescere delle dimensioni del circuito diventa impossibile risolvere il circuito manualmente.
- Per molti anni l'unica soluzione è stata la realizzazione fisica del circuito su cui eseguire i test necessari a verificarne il funzionamento.
- Questa tecnica divenne inadeguata con l'avvento dei circuiti integrati a causa degli elevati costi (sia in termini di tempo che denaro) necessari a realizzare il circuito campione su cui effettuare i test.
- Ciò, assieme all'aumento della diffusione e della potenza dei computer, è alla base della nascita e dello sviluppo dei simulatori circuitali, programmi capaci di risolvere qualunque circuito senza fare ipotesi semplificative
- Per questo motivo, alla fine degli anni sessanta, nell'Università della California – Berkeley, nasce il progetto “SPICE ” (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis)

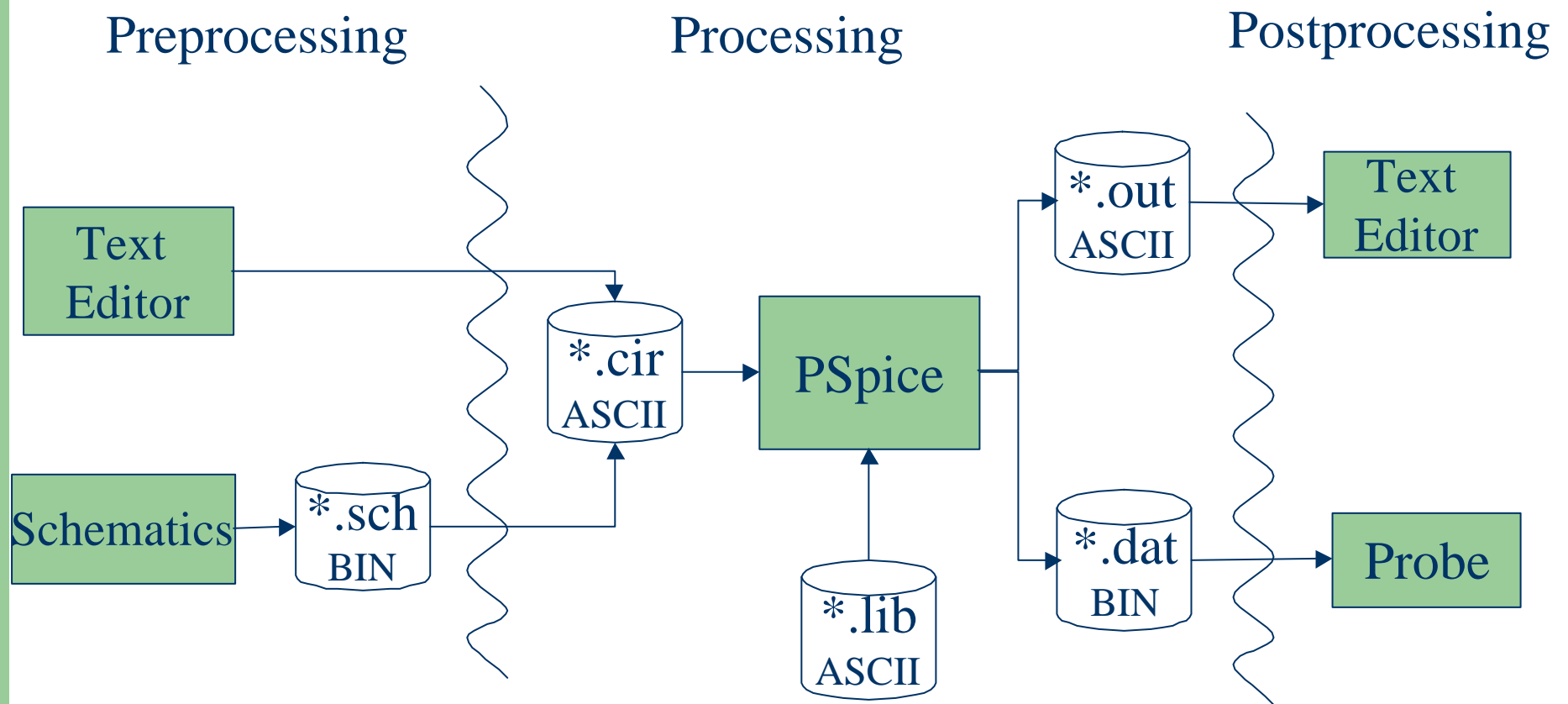
Cenni storici

- Spice è il programma più utilizzato nella simulazione dei circuiti e rappresenta di fatto lo standard della simulazione circuitale.
- E' il risultato del lavoro di molti studenti di ingegneria dell'Università di Berkeley, da cui è stato sempre distribuito gratuitamente.
- La prima versione risale al 1971. Risolveva circuiti con max 400 componenti e 100 nodi, l'input avveniva mediante schede perforate.
- Nel corso degli anni sono state rilasciate nuove versioni del programma caratterizzate dall'utilizzo di metodi numerici più efficienti, da un linguaggio più potente e da modelli più completi dei dispositivi.
- Oggi tutti i principali fornitori di software CAD/CAE offrono una versione arricchita o supportata di SPICE. Faremo riferimento a PSPICE contenuto nel pacchetto DESIGN LAB di MicroSim Corporation.

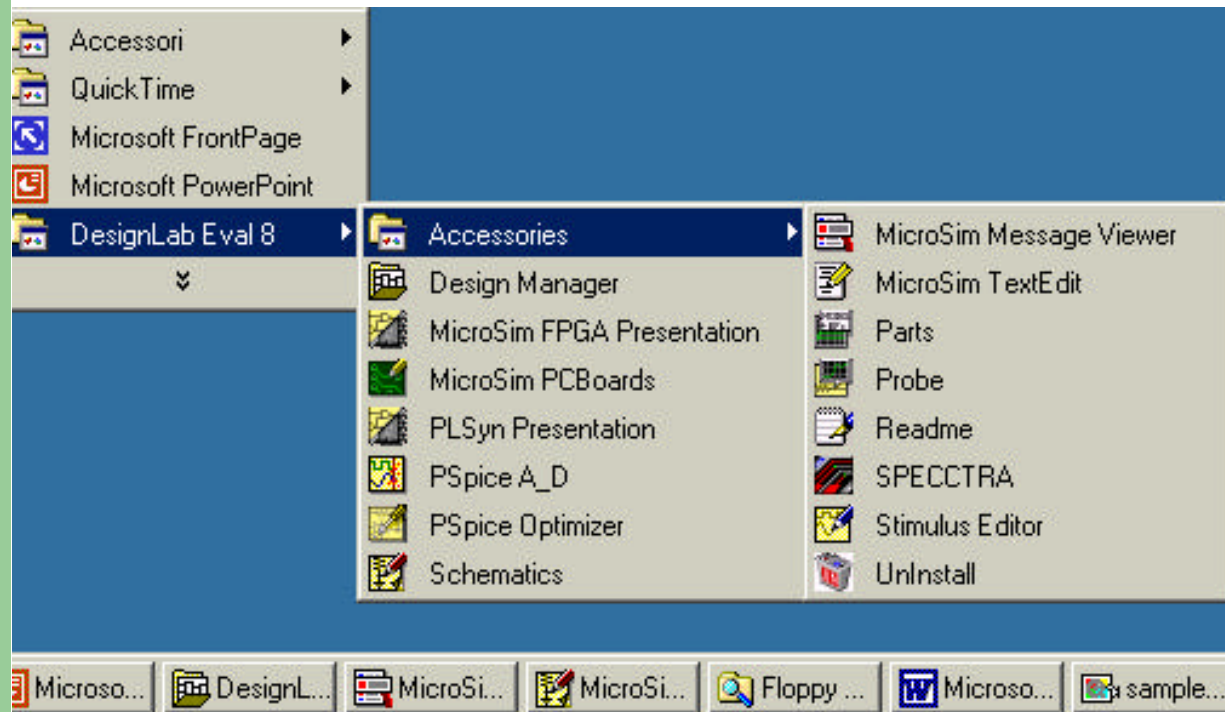
Caratteristiche di Pspice

- 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.)
- PSpice è in grado di analizzare circuiti contenenti fino a 130 elementi e 100 nodi
- Può eseguire tre classi principali di analisi sui circuiti:
 - Analisi DC (in regime stazionario, o in continua)
 - Analisi in transitorio
 - Analisi AC
- E' inoltre in grado di calcolare funzioni di trasferimento, di eseguire analisi di rumore, di sensibilità, analisi di Fourier ed altro.
- I circuiti possono contenere resistori, induttori, condensatori, generatori dipendenti e indipendenti, amplificatori operazionali, trasformatori, linee di trasmissione e dispositivi a semiconduttore (diodi, BJT, Mosfet, etc.)

Principio di funzionamento



Applicazioni principali del pacchetto DesignLab Eval 8

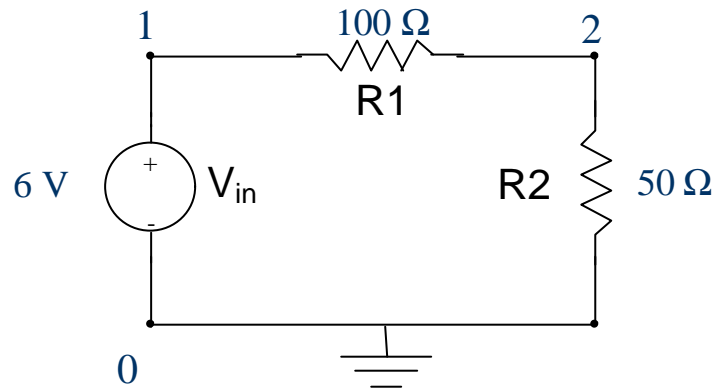


- PSpice A D
Il simulatore vero e proprio
- Schematics
Editor grafico per i circuiti
- Probe
Visualizzatore grafico dei risultati di spice
- Text Edit
Semplice editor di testi

Struttura del file di ingresso (*.cir)

- Titolo
CIRCUITO RC SERIE
- *commenti
*analisi in DC di un RC serie
- Elementi del circuito
VIN 1 0 DC 5
R1 1 2 100
C1 2 0 10m
- Dichiarazioni Globali (modelli)
- Dichiarazioni di controllo (analisi)
.OP
- .END
.END

Costruzione del file *.Cir



FILE PDT.CIR

PARTITORE DI TENSIONE

```
*analisi in DC un circuito
```

```
*resistivo
```

```
VIN 1 0 DC 6
```

```
R1 1 2 100
```

```
R2 2 0 50
```

```
.OP
```

```
.END
```

- Assegnare ad ogni nodo un numero intero, il nodo di massa è lo zero. Ogni elemento circuitale deve essere compreso tra due nodi.
- Elencare gli elementi del circuito secondo la seguente sintassi

Anome nodo1 nodo2 <modello> <valore1> ...

Anome è il nome del dispositivo, che deve iniziare con la lettera che identifica il tipo di componente (R resistore, L induttore, V gen. di tensione, etc.)

- Inserire il comandi relativi ai tipi di analisi che si vogliono effettuare (*.OP*, *.TRAN*, *.AC*, etc.)
- Concludere il file con il comando di fine (*.END*)
- * indica un commento
- + continuazione della riga precedente

File di uscita (*.out) Circuit description

**** 02/09/101 19:39:30 **** NT Evaluation PSpice (July 1997) ****

PARTITORE DI TENSIONE

**** CIRCUIT DESCRIPTION

*analisi in DC un circuito

*resistivo

VIN 1 0 DC 6

R1 1 2 100

R2 2 0 50

.OP

.END

File di uscita (*.out) Small signal bias solution

**** 02/09/101 19:39:30 ***** NT Evaluation PSpice (July 1997) *****

PARTITORE DI TENSIONE

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

NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE

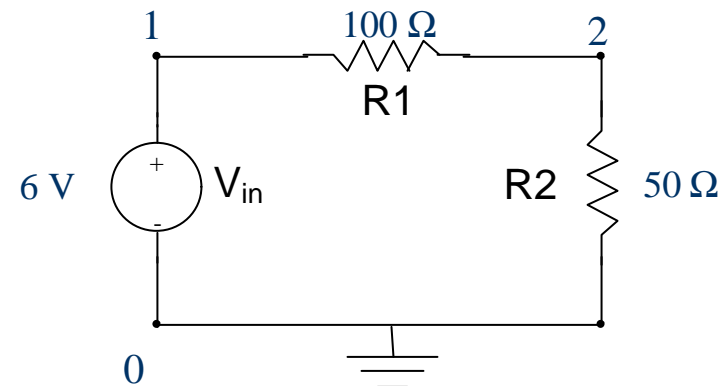
(1) 6.0000 (2) 2.0000

VOLTAGE SOURCE CURRENTS

NAME CURRENT

VIN -4.000E-02

TOTAL POWER DISSIPATION 2.40E-01 WATTS



File di uscita (*.out) Operating point information

**** 02/09/101 19:39:30 ***** NT Evaluation PSpice (July 1997) *****

PARTITORE DI TENSIONE

**** OPERATING POINT INFORMATION TEMPERATURE = 27.000 DEG C

JOB CONCLUDED

TOTAL JOB TIME .22

Esercizio 1

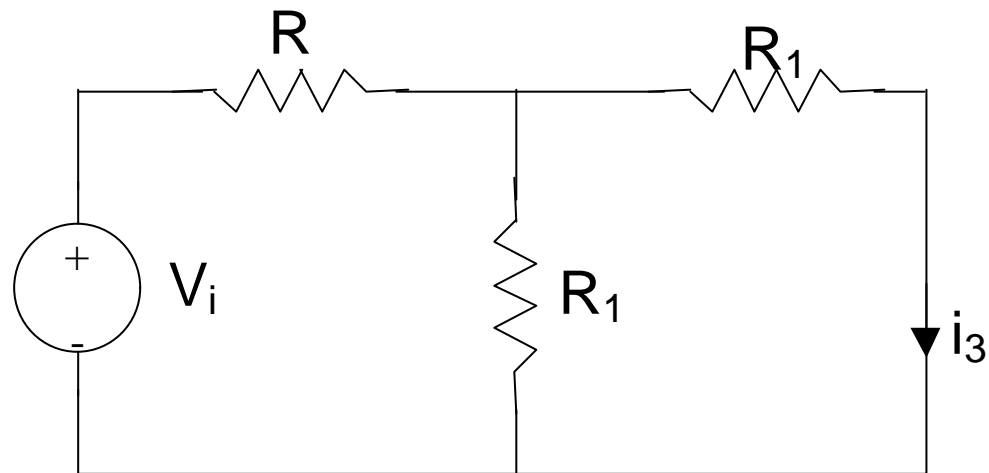
Rete resistiva in DC

Risolvere la seguente rete (trovare la soluzione in continua)

$$V_1 = 50 \text{ V}$$

$$R = 10 \ \Omega$$

$$R_1 = 5 \ \Omega$$



$$\text{SOL.: } i_3 = \frac{V_i}{2R + R_1}$$

Principali componenti circuitali in PSpice

Il circuito viene descritto in termini di singoli componenti, per ognuno dei quali è necessario indicare il nome, che deve iniziare con la lettera che definisce il tipo di elemento, i punti di connessione ed il valore

Resistenza **R**

Rnome nodo1 nodo2 valore

Condensatore **C**

Cnome nodo1 nodo2 valore <IC=condizione iniziale>

Induttore **L**

Lnome nodo1 nodo2 valore <IC=condizione iniziale>

Generatore di tensione **V** o di corrente **I**

Vnome n1 n2 <DC <valore>> <AC <modulo<fase>>> <TRAN funzione >

Inome n1 n2 <DC <valore>> <AC <modulo<fase>>> <TRAN funzione >

Le funzioni ammesse sono PULSE, SIN, SFFM, EXP,PWL

Unità di misura e fattori di scala

- In Spice non è necessario specificare le unità di misura, in quanto sottintese implicitamente dal tipo di elemento circuitale
- Il fattore di scala è invece indicato dalle lettere immediatamente successive al valore all'interno di un campo numerico, le lettere che seguono immediatamente il fattore di scala vengono ignorate

T=1E12	M=1E-3	N=1E-9
G=1E9	MIL=25.4E-6	P=1E-12
MEG=1E6	U=1E-6	F=1E-15
K=1E3		

Esempi:

Resistenza da 100 Ohm *R1 1 2 100, R1 1 2 100ohm, R1 1 2 100volt*

Condensatore da 10 Farad *C1 1 2 10, C1 1 2 10Hz*

Condensatore da 10 femtoFarad *C1 1 2 10F*

Tipi di analisi in Spice

- **.OP**
Calcolo della soluzione in continua (punto di lavoro) del circuito
- **.DC *V/Iname1 start1 stop1 step1***
Calcola i punti di lavoro in continua di un circuito al variare di un generatore all'interno dell'intervallo [*start1,stop1*] e col passo *step1*
- **.TF *OUTvar V/Iname***
Calcola la funzione di trasferimento in continua, resistenza di ingresso e di uscita tra l'ingresso *V/Iname* e l'uscita *OUTvar*
- **.TRAN *TSTEP TSTOP <TSTART<TMAX>> <UIC>***
Viene effettuata l'analisi temporale del circuito tra 0 e *TSTOP*, la stampa dei risultati avviene a partire da *TSTART* con passo *TSTEP*. Utilizzando la parola *UIC* viene evitata l'analisi in continua.
- **.AC *DEC/OCT/LIN numpts fstart fstop***
Calcola i valori delle tensioni ai nodi del circuito al variare della frequenza per decadi (DEC), per ottave (OCT) o linearmente (LIN) nell'intervallo [*fstart,fstop*]. Il numero di punti interni all'intervallo è *numpts*
- **.NOISE, .DISTO, .SENS, .PZ, .FOUR**