

**Una breve introduzione  
alla simulazione numerica nei circuiti  
con PSpice + qualche esempio...**



Prof. Massimiliano de Magistris  
Dipartimento di Ingegneria Elettrica  
Università di Napoli FEDERICO II

*Napoli, 20 dicembre 2001*

# Introduzione ....



- la simulazione numerica è essenziale nell'analisi e nella progettazione circuitale
- si possono studiare reti lineari con un elevato numero di componenti, ovvero con componenti non lineari ...
- la soluzione ottenuta con un simulatore è naturalmente solo un'approssimazione di quella reale, dunque occorre fare molta attenzione!

# Introduzione ....



- esistono molti simulatori circuitali, ed ambienti matematici per il calcolo
- fra questi sicuramente PSpice è il più diffuso, principalmente a causa della sua generalità
- Spice nasce circa nel 1975 all'Università della California (acronimo di *Simulation Program with Integrated Circuits Emphasis*)

# Qualche motivazione ....



- costituisce uno standard nel mondo della progettazione circuitale analogica e digitale
- permette facilmente di analizzare i circuiti che non si possono risolvere a mano
- potete verificare di aver svolto correttamente gli esercizi di Elettrotecnica
- ...dovrete comunque impararlo per i corsi di Elettronica!

# La filosofia generale ...

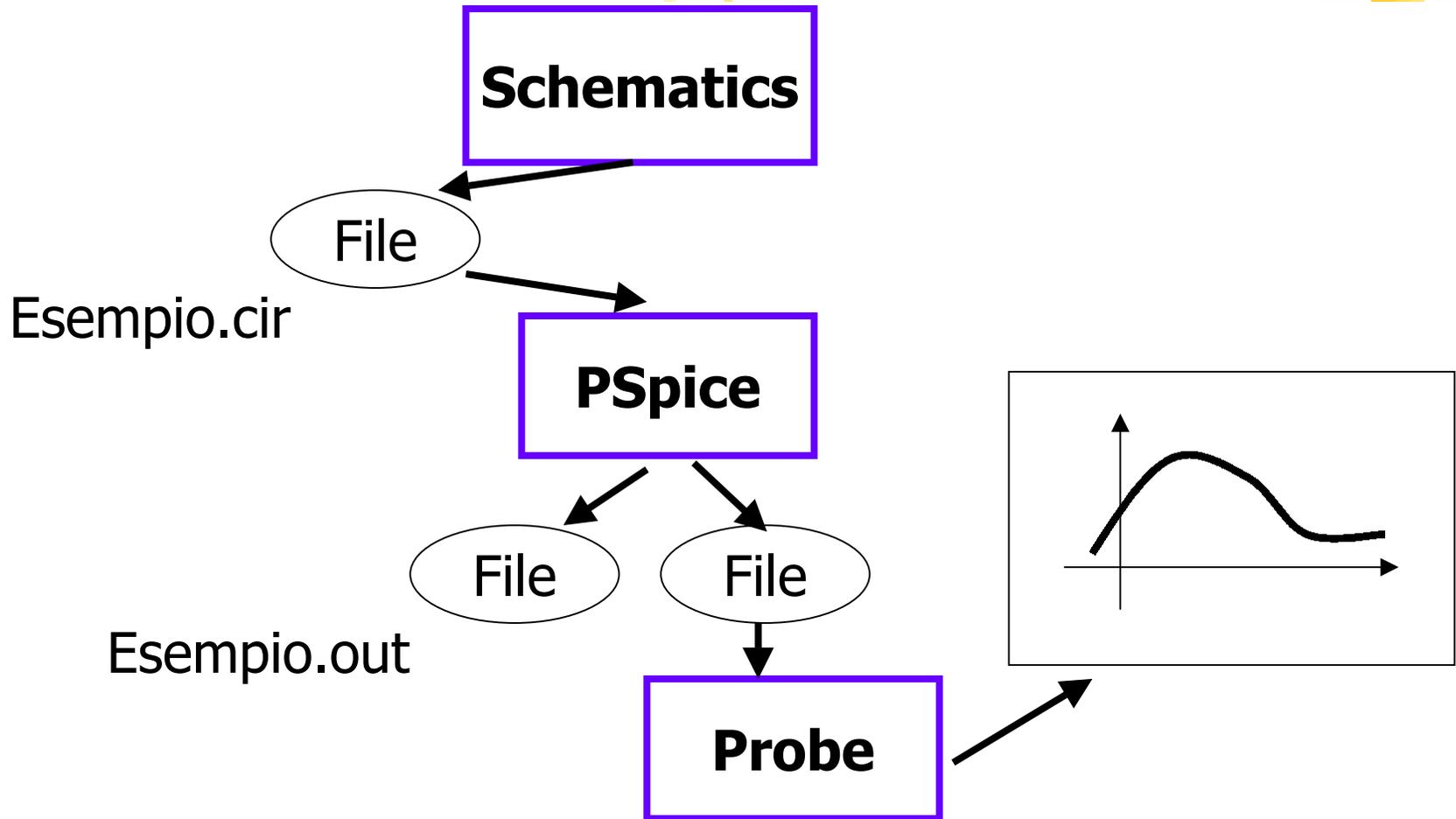
- PSpice è basato su un compilatore in grado di interpretare una sintassi specifica per descrivere i circuiti
- i passi di utilizzo sono:
  - *creare un file "sorgente" (con un editor)*
  - *eseguire la simulazione (con Spice)*
  - *manipolare i risultati (visualizzazione, stampa)*

# La filosofia generale ...



- nelle versioni più moderne, Spice è dotato di:
  - *...un pre-processore grafico (Schematics) che permette di disegnare il circuito da analizzare e di dare in forma "grafica" le istruzioni di controllo*
  - *... e di un post-processore grafico per visualizzare i risultati delle simulazioni (Probe)*

# La filosofia generale ...



# La struttura funzionale ...

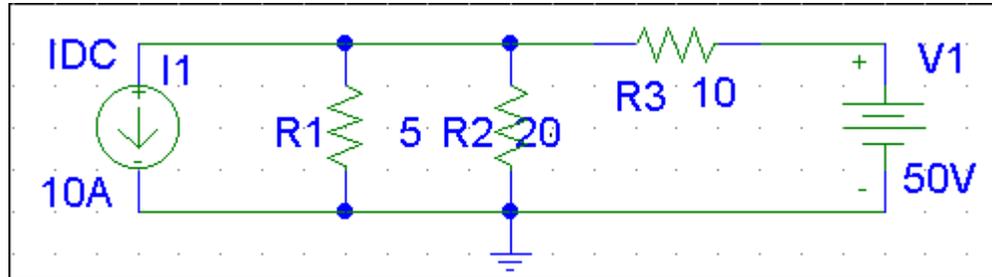


- per utilizzare Spice è necessario compilare in un certo modo un file di input, che descrive il circuito ed il tipo di analisi da effettuare
- successivamente all'elaborazione Spice produce un file di output con i risultati.
- Nelle versioni moderne entrambi i file sono "nascosti" dal pre-processore e post processore,
- ... ma conviene comunque curiosarvi un po'

# La sintassi di Spice ...

- Le istruzioni Spice si dividono essenzialmente in:
- Data Statements
  - descrivono compiutamente il circuito in termini di connessioni e caratteristiche
- Control Statements
  - specificano il tipo di analisi da effettuare (es, DC, AC, Tran). L'analisi in DC è di default
- Output Statements
  - specificano il formato in cui fornire i risultati e le variabili da calcolare esplicitamente ....

# La sintassi di Spice ...



**\* Schematics Netlist \* (Data Stat.)**

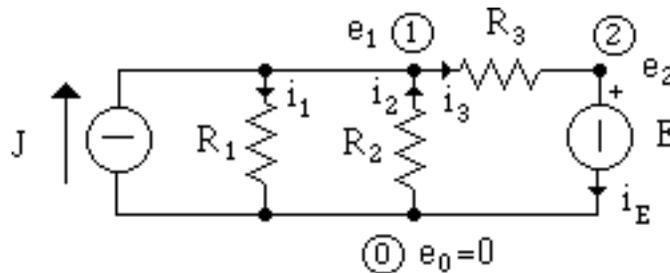
```
I_I1      $N_0001 0 DC      10A
V_V1      $N_0002 0        50V
R_R1      0 $N_0001        5
R_R2      0 $N_0001       20
R_R3      $N_0002 $N_0001 10
```

# La sintassi di Spice ...

<u>simbolo</u>	<u>forma esp.</u>	<u>valore</u>
f (femto)	1e-15	$10^{-15}$
p (pico)	1e-12	$10^{-12}$
n (nano)	1e-9	$10^{-9}$
u (micro)	1e-6	$10^{-6}$
m (milli)	1e-3	$10^{-3}$
k (chilo)	1e+3	$10^{+3}$
meg (mega)	1e+6	$10^{+6}$
g (giga)	1e+9	$10^{+9}$
t (tera)	1e+12	$10^{+12}$

# Formulazione delle equazioni ....

metodo dei potenziali di nodo (modificato)



$$\begin{aligned} R_1 &= 5\Omega \\ R_2 &= 20\Omega \\ R_3 &= 10\Omega \\ E &= 100V \\ J &= 50A \end{aligned}$$

$$G_1 = 1/R_1, \quad G_2 = 1/R_2, \quad G_3 = 1/R_3$$

$$\text{nodo "1": } i_1 - i_2 + i_3 = J \quad \Rightarrow \quad G_1 e_1 - (-G_2 e_1) + G_3 (e_1 - e_2) = J$$

$$\text{nodo "2": } -i_3 + i_E = 0 \quad \Rightarrow \quad -G_3 (e_1 - e_2) + i_E = 0$$

$$\text{equazione "aggiuntiva"} \quad e_2 = E$$

ovvero

$$\begin{pmatrix} G_1 + G_2 + G_3 & -G_3 & 0 \\ -G_3 & G_3 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e_1 \\ e_2 \\ i_E \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} J \\ 0 \\ E \end{pmatrix}$$

# Cenni ai metodi di soluzione ...

- soluzione statica del sistema (lineare) con il metodo di Gauss
- soluzione statica del sistema (non lineare) con l'algoritmo di Newton Raphson
- soluzione della dinamica con algoritmi di integrazione tipo trapezi o Gear  
*si risolve una successione di problemi statici ottenuti discretizzando passo dopo passo le caratteristiche dei bipoli dinamici*

# Bibliografia ...



- [www.pspice.com](http://www.pspice.com)
- [www.elettrotecnica.unina.it](http://www.elettrotecnica.unina.it)
- M. Biey, **Introduzione a PSpice**, CULP
- J.W. Nilsson, S.A. Riedel, **Using computer tools for Electric Circuits**, Addison Wesley, 1996.