

Laurea in Ingegneria dell'Informazione Corso di Fondamenti di Elettronica (a.a. 2007-2008)

Laboratorio PSpice

Rosa Paola Venturini

Informazioni di contatto

Rosa Paola Venturini

- email: venturin@dei.unipd.it
- Tel: 049-827-7573 (Ufficio)

Account

- Per accedere alle macchine in aula Te è sufficiente un account studenti.
- La procedura per l'attivazione di un account studenti è descritta qui:

<http://www.dei.unipd.it/wdyn/?IDsezione=1018>
- Chi non avesse attivato il proprio account è pregato di farlo quanto prima

Calendario delle esercitazioni

Ogni mercoledì, 12.30-14.30 in aula Te:

17/4:	Introduzione a SPICE	→	Per tutti
23/4:	Simulazione di reti RLC	}	Solo per coloro che scelgono questa modalità d'esame
30/4:	Amplificatori Operazionali		
7/5:	Applicazioni degli OpAmp		
14/5:	Dispositivi elettronici: diodi, MOSFET, BJT		
21/5:	Amplificatori a singolo transistor		
28/5:	Prova finale di simulazione		

Laboratorio PSpice

Ogni esercitazione consiste di:

- Prima parte introduttiva
Descrizione del problema
Analisi e calcoli di progetto
 - Seconda parte di simulazione
Verifica del comportamento del circuito
Confronto con l'analisi manuale
Ulteriori osservazioni e commenti
- + stesura di una breve relazione (homework) da consegnare la settimana successiva

Turni liberi in aula Te

Tutti i giovedì dal
24 Aprile al 22 Maggio: 12.30 - 14.30

Software

- Per le esercitazioni utilizzeremo OrCAD PSpice 15.7, scaricabile in versione freeware (demo) da:
<http://www.cadence.com/downloads/orcad/files/ORCAD157Demo.zip>
- Una versione precedente, OrCAD 9.2 Lite Edition, è scaricabile da:
http://www.csee.ogi.edu/class/ee560/PSpice/Orcad_lite_9_2.zip

Modalità dell'esame PSpice

- Frequenza: lo studente è tenuto a frequentare tutte le esercitazioni.
- Homework: brevi relazioni sulle simulazioni svolte a lezione. Verranno assegnati tre homework a partire dalla terza lezione e andranno consegnati la volta successiva. Lo svolgimento e la consegna puntuale degli homework sono obbligatori.
- Prova finale di simulazione: durata due ore, obbligatoria. **NOTA BENE:** Non sarà ripetuta nelle sessioni successive!

Laboratorio PSpice

Argomenti della lezione:

- Che cos'è SPICE
- Un po' di storia
- Analisi SPICE fondamentali - Esempi
- Concetti di base della simulazione SPICE
- Esempi di simulazione

Che cos'è SPICE

SPICE: Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis
è un programma di simulazione circuitale analogica.

Consente di svolgere analisi DC, analisi AC e analisi in transitorio su circuiti elettronici contenenti, in generale:

- Resistori, Condensatori, Induttori, Mutui Induttori
- Linee di trasmissione
- Generatori indipendenti di tensione e corrente
- Dispositivi a semiconduttore quali Diodi, BJT, JFET, MOSFET, etc...
- Generatori pilotati

Un po' di storia

- SPICE è stato originariamente sviluppato presso l'Università della California a Berkeley.
- Lavora in ambiente UNIX e in modalità rigorosamente testuale.
- E' di pubblico dominio e scaricabile gratuitamente da:
<http://bwrc.eecs.berkeley.edu/Classes/IcBook/SPICE/>
- Spesso si parla di Berkeley SPICE per indicare la versione originale, "standard" del simulatore.
- Numerose altre versioni commerciali sono state prodotte da varie software house. Si parla spesso di simulatori "SPICE-like".

Un po' di storia

Cronistoria del Berkeley SPICE:

- SPICE1 (maggio 1972) rappresenta la prima release del simulatore
- SPICE2 (1975): seconda versione, scritta in Fortran
- SPICE3 (marzo 1985): riscritto in linguaggio C, introduce il primo modello BSIM per i transistor MOSFET; mantiene pressochè inalterati gli algoritmi numerici del motore di simulazione originario

Un po' di storia

Alcuni "Non-Berkeley" SPICE:

- HSPICE, originariamente prodotto dalla Meta-Software, poi da Avant! e ora da Synopsys. Robusto, consente il design di circuiti integrati single-chip o multi-chip, dispone di interfacce grafiche e di una vasta gamma di modelli di dispositivi.
- PSpice, prodotto da Microsim, ora OrCAD-Cadence, è stata la prima versione di SPICE destinata a girare su piattaforme PC. Dispone di interfacce grafiche e presenta funzionalità aggiuntive rispetto allo SPICE standard.
- SPECTRE, distribuito da Cadence, è una versione migliorata del Berkeley SPICE nella quale sono stati risolti alcuni problemi di convergenza numerica. Supporta inoltre la simulazione di circuiti RF.

Principali Analisi SPICE

- **Analisi DC:** determina il punto di lavoro di un circuito, eventualmente in funzione di un altro parametro circuitale (tensione, corrente, valore di una resistenza etc...)
- **Analisi AC:** svolge un'analisi lineare ai piccoli segnali sul circuito in un intervallo di frequenze specificato dall'utente
- **Analisi Transitoria:** simula l'evoluzione temporale di tensioni e correnti nel circuito in un intervallo di tempo specificato dall'utente

Valori numerici e unità di misura

- PSpice risolve i circuiti usando esclusivamente tecniche di calcolo numerico. In nessun caso viene ottenuta una soluzione di tipo simbolico

INSERIMENTO DEI VALORI NUMERICI:

- Numero in virgola fissa o mobile (1400, 1.313, 0.005, 10E-6)
 - Numero con unità di misura (Pspice non effettua controlli sulla correttezza delle unità di misura, PROBE aggiunge automaticamente le unità)
 - Numero con unità di misura multiplo o sottomultiplo (f, p, n, u, m, K, MEG, G, T)
- ATTENZIONE: non inserire spazi nell'espressione!

Analisi DC (DC sweep)

Analisi DC:

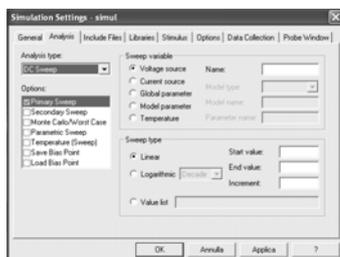
Calcola il punto di lavoro (operating point, OP) del circuito risolvendolo in ipotesi di regime stazionario, ovvero assumendo tensioni e correnti costanti nel tempo. Pertanto:

- I condensatori sono circuiti aperti $\Leftrightarrow i_c=0$
- Gli induttori sono cortocircuiti $\Leftrightarrow v_L=0$
- Nella rete operano solamente i generatori di tensione e corrente costanti (DC)

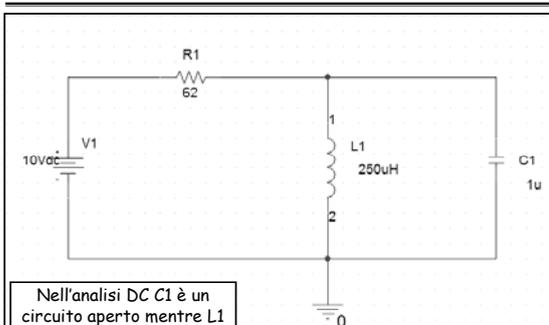
Output:

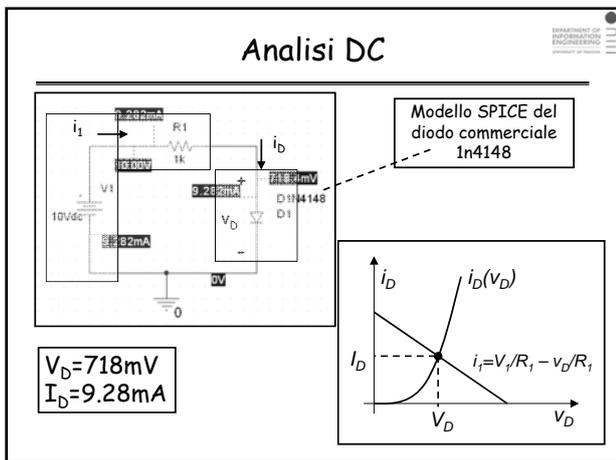
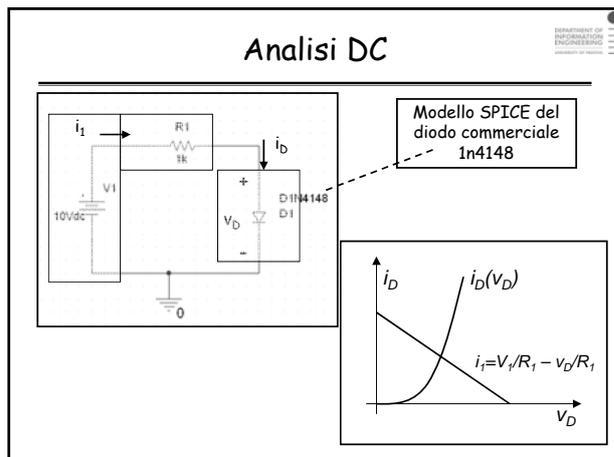
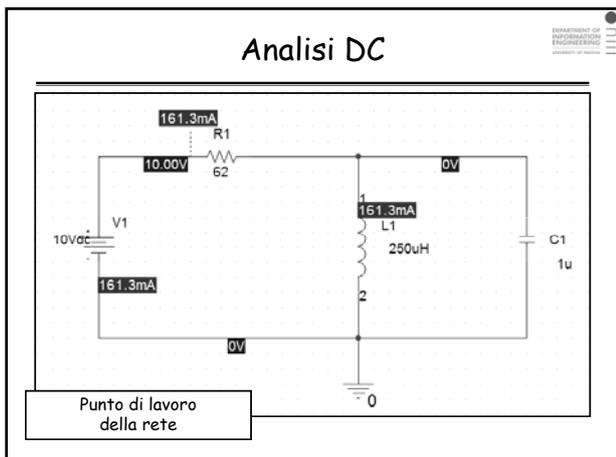
{ V, I } \Leftrightarrow Tensioni e correnti DC della rete anche per una serie di valori (sweep)

DC Simulation Settings-Esempio



Analisi DC



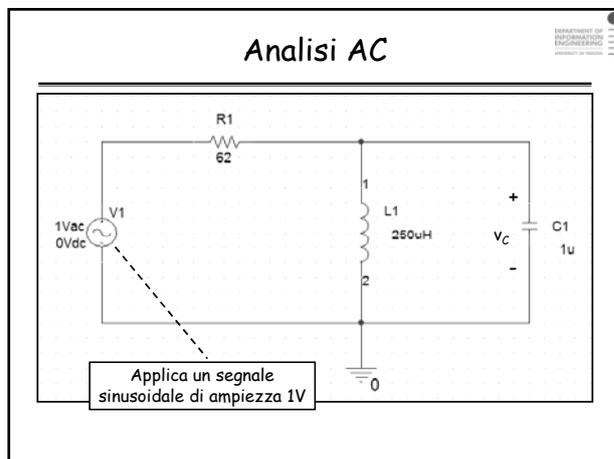
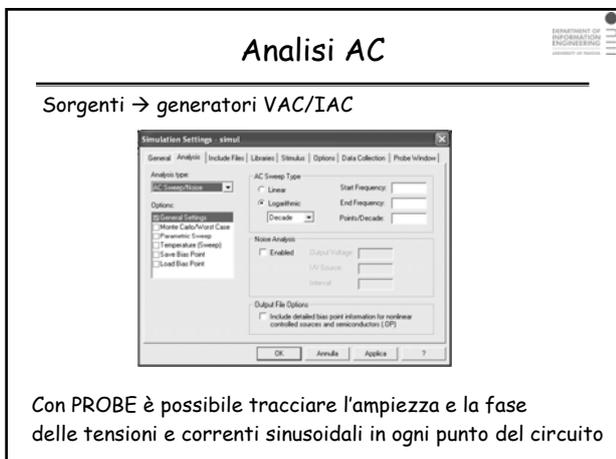


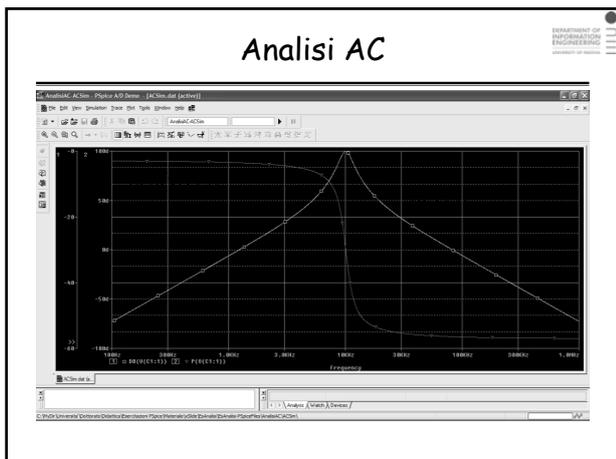
Analisi AC

Analisi AC:
Esegue un'analisi in frequenza del circuito risolvendolo in ipotesi di regime sinusoidale:

- 1) Il punto di lavoro del circuito viene calcolato mediante un'analisi DC
- 2) Il circuito viene linearizzato attorno al proprio punto di lavoro
- 3) Il circuito equivalente di piccolo segnale viene simulato in un intervallo di frequenze impostato dall'utente, in ipotesi di regime sinusoidale

Output:
{ v(f), i(f) } ⇔ Tensioni e correnti della rete in funzione della frequenza





Analisi Transitoria

Analisi Transitoria:
Esegue un'analisi nel tempo del circuito risolvendolo in ipotesi di regime variabile:

- 1) Lo stato del circuito in $t=0$ viene determinato mediante un'analisi DC
- 2) L'evoluzione temporale di tensioni e correnti nel circuito viene simulata in un intervallo di tempo specificato dall'utente

Output:
 $\{v(t), i(t)\} \Leftrightarrow$ Tensioni e correnti nel circuito in funzione del tempo

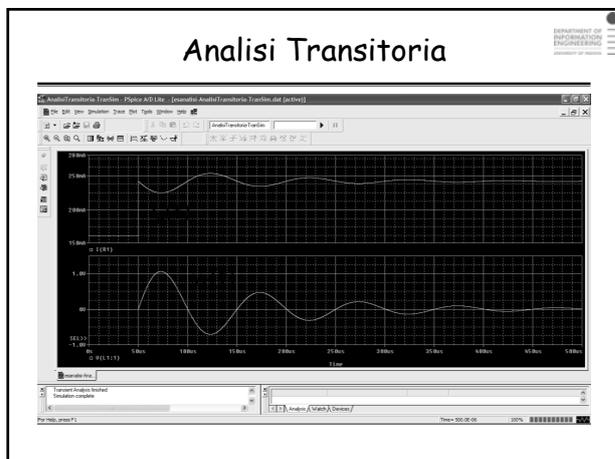
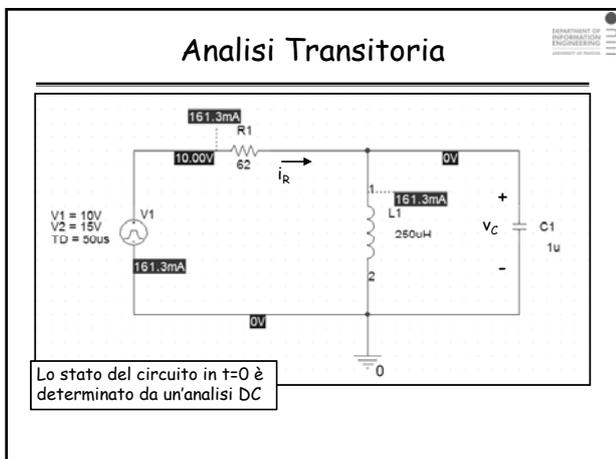
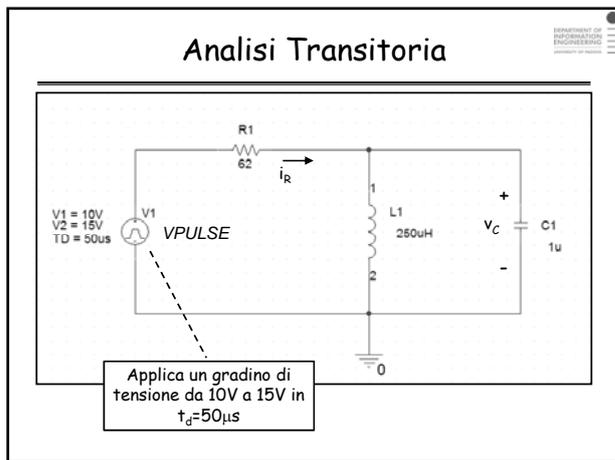
Analisi Transitoria

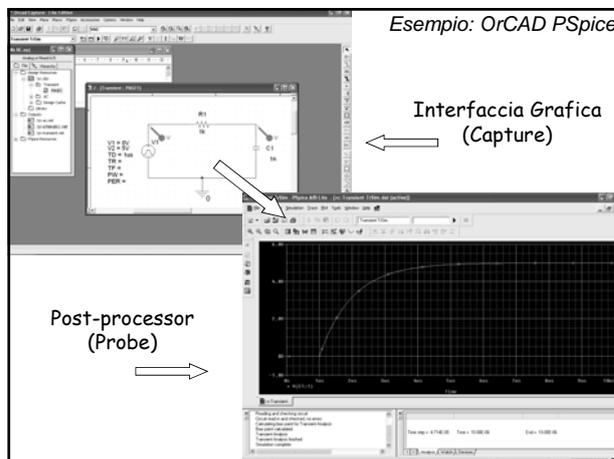
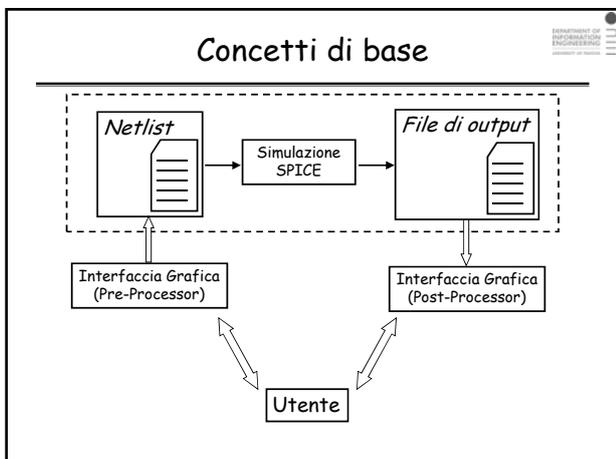
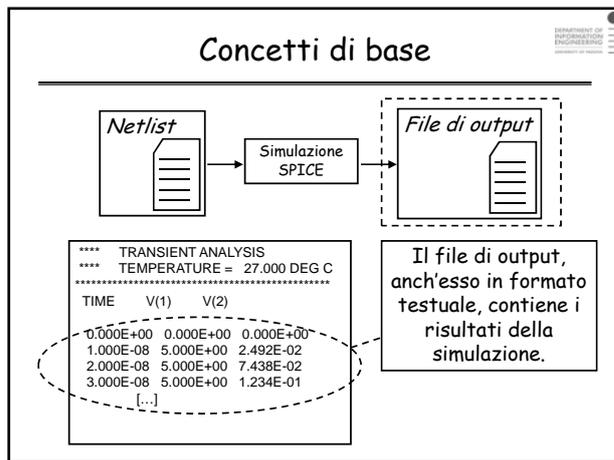
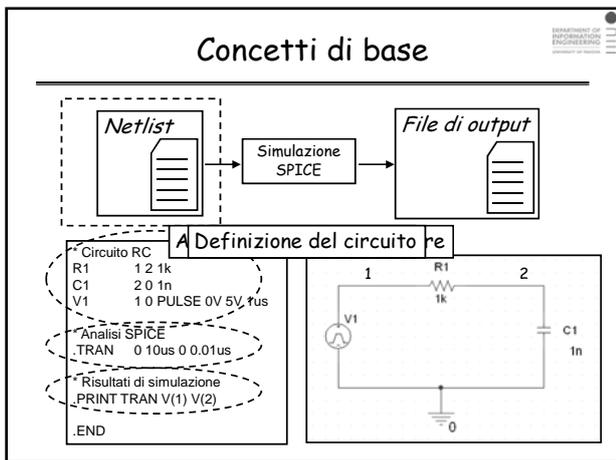
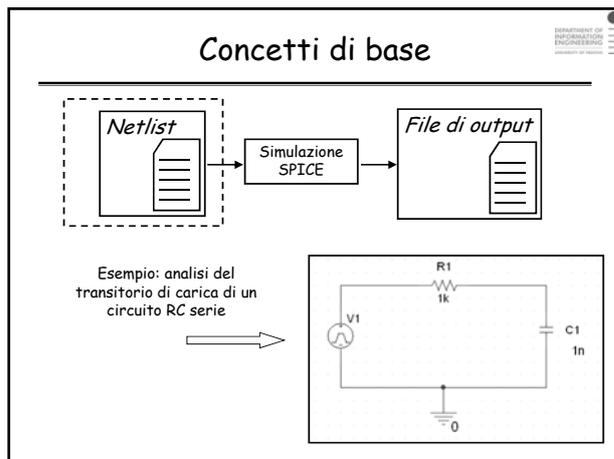
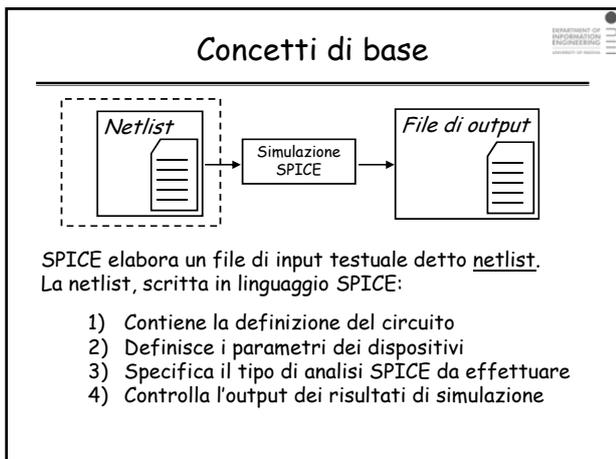
Salva solo i dati calcolati dal tempo specificato in poi

Massimo passo di integrazione

Consigliato: tra 1/1000 e 1/100 di TSTOP

Le variabili di stato sono vincolate a partire da valori nulli





OrCAD PSpice

- Pacchetto software distribuito da OrCAD - Cadence
- Simulatore "SPICE-like" concepito per piattaforme PC
- Interfacce grafiche
 - Capture (editor)
 - Probe (post-processor)
- Supporta modelli comportamentali
- Tool per la gestione di librerie e modelli
- Tool per il disegno di layout su PCB e applicazioni CAM
- Analisi principali disponibili in PSpice:
 - DC e DC Sweep
 - AC lineare
 - Transitoria
 - Parametrica
 - Worst-case / Montecarlo
 - Fourier

Prossimi esempi di simulazione

1. Circuito RC

1. Circuito RLC Risonante

2. Rifasamento di un carico induttivo