

INTRODUZIONE A PSPICE

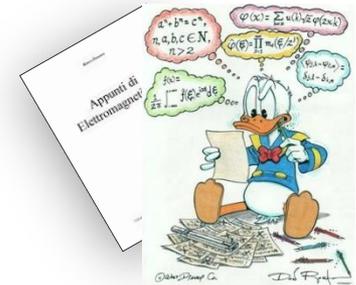
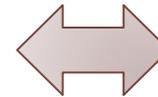
Marco Panareo

Sommario

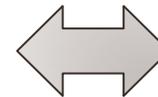
- Il progetto di un circuito
- Perché simulare un circuito
- Il Simulatore PSpice
- I programmi che costituiscono PSpice
- Principio di funzionamento
- Che cosa è una NetList
- Fasi di analisi di un circuito
- Tipi di analisi in PSpice
- Tipi di file ed estensioni
- Esercizi dimostrativi

Lo sviluppo di un circuito

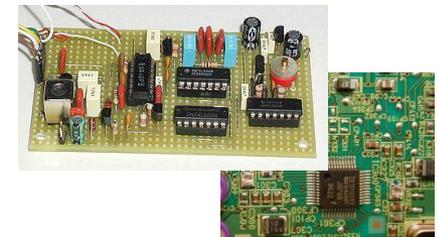
Studio teorico del dispositivo



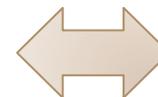
Descrizione e Simulazione del circuito



Realizzazione fisica

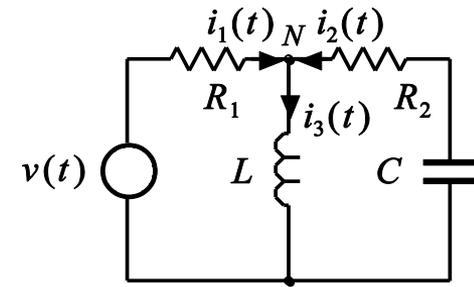


Verifica e test sul campo



Perché simulare un circuito

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



Simulation
Program with
Integrated
Circuit
Emphasis

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

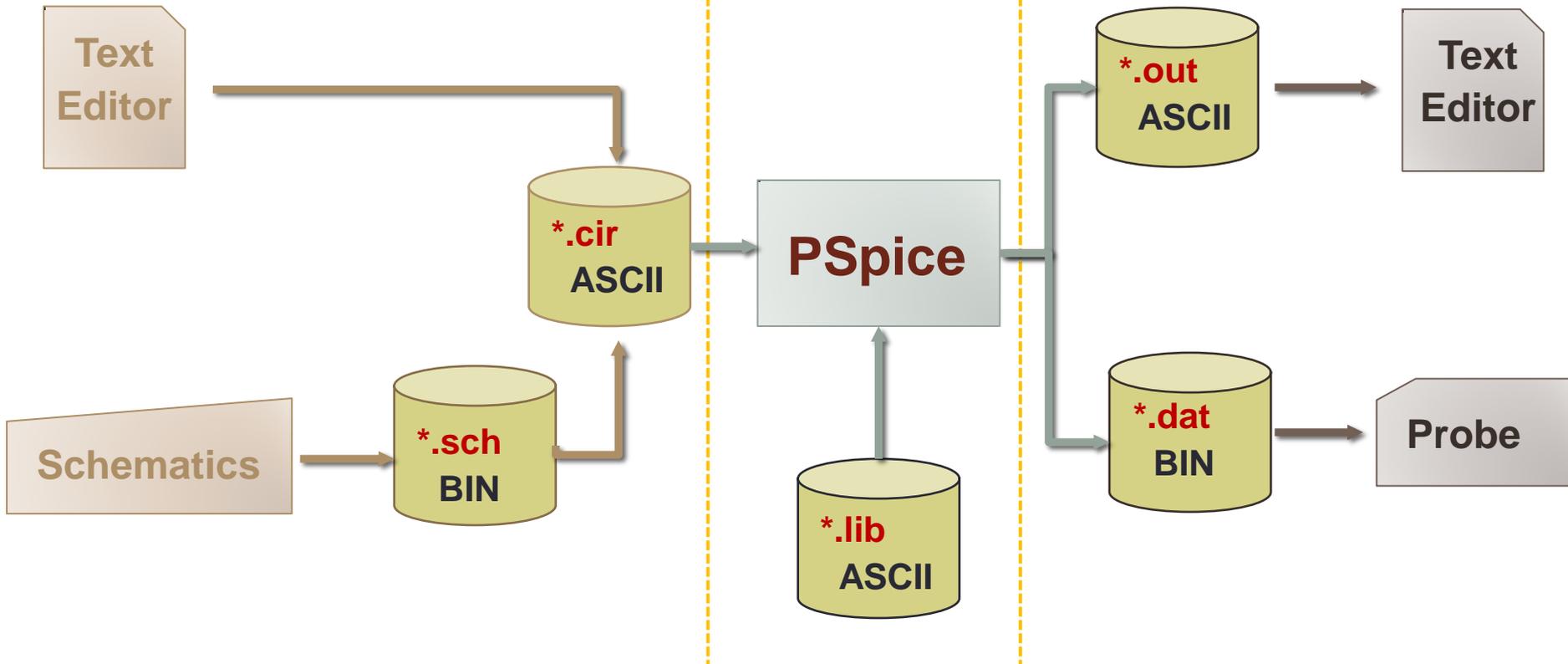
- **Capture**
 - Interfaccia grafica per la realizzazione dei circuiti (Schematic Capture)
- **PSpice Advance Analysis**
 - Simula il circuito creato con Schematics.
- **PSpice Model Editor**
 - Permette la descrizione di nuovi componenti
- **PSpice Optimizer**
 - Programma di ottimizzazione circuitale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

La struttura del programma PSpice

preprocessing

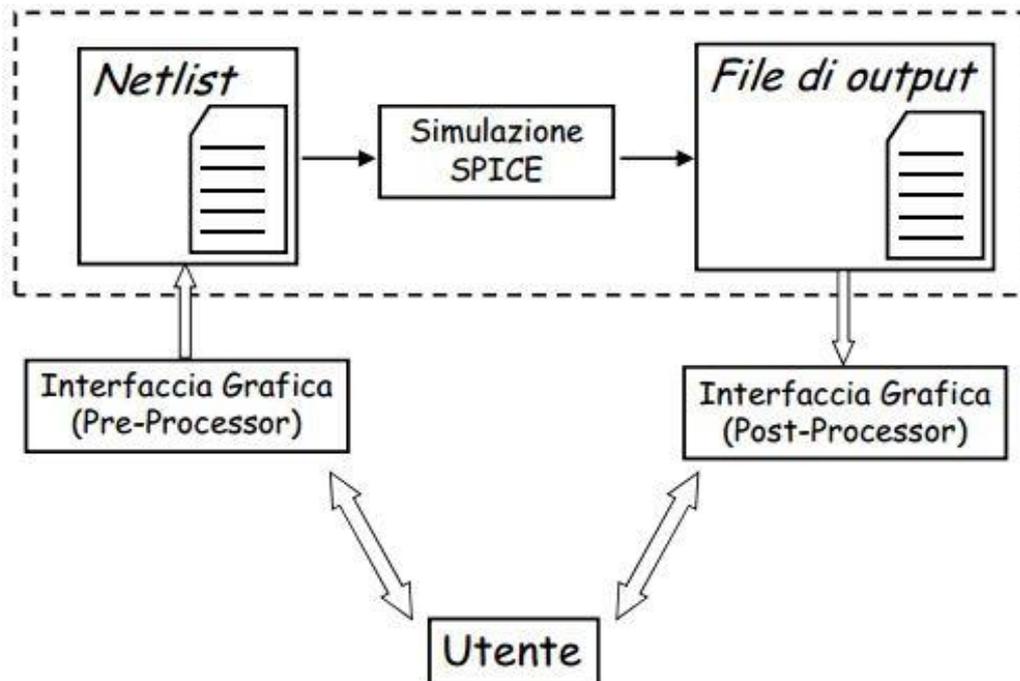
processing

postprocessing

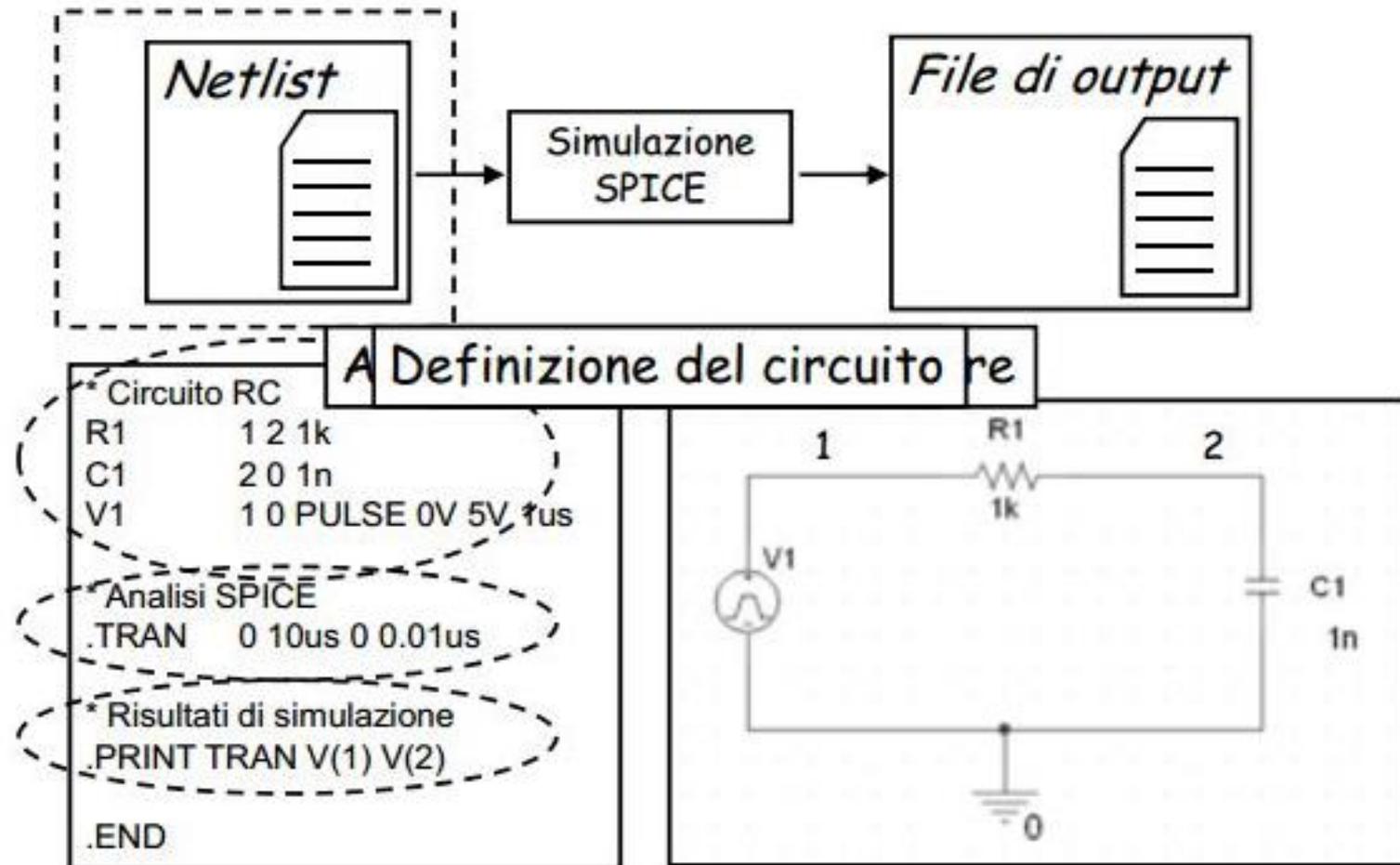


La netlist di PSpice

- 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 1ohm

R_R2 0 V2 2ohm

* generatore di tensione

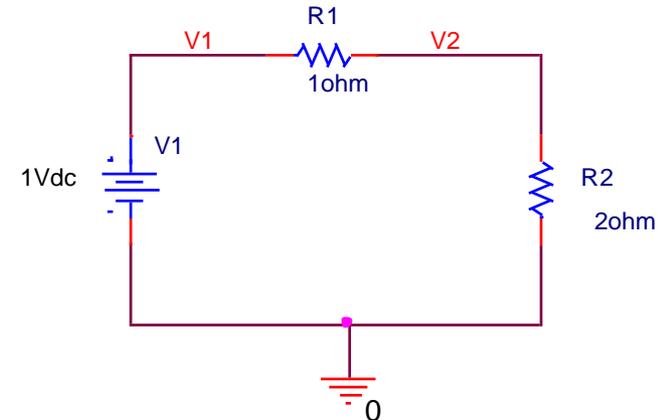
V_V1 V1 0 1Vdc

* simulazione: analisi del punto di lavoro

.OP

* fine del file

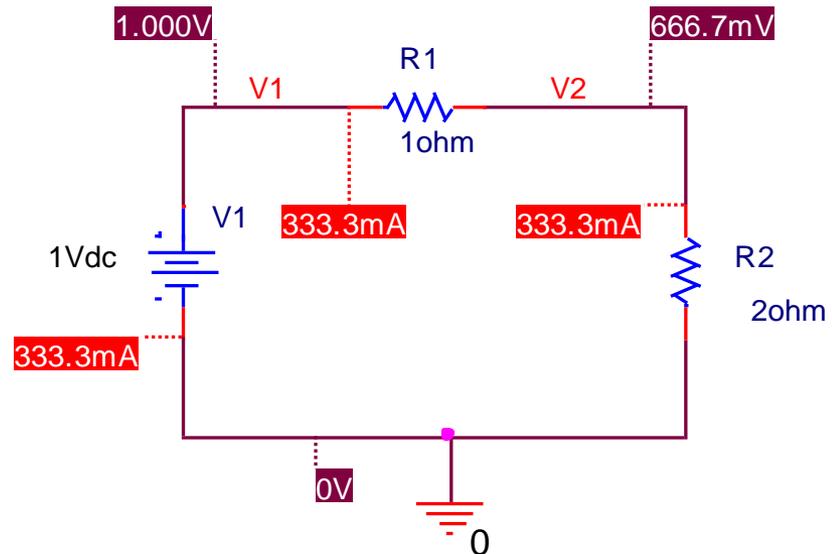
.END



Esempio: il partitore resistivo – .out file

NODE	VOLTAGE	NODE	VOLTAGE	NODE	VOLTAGE
(V1)	1.0000	(V2)	.6667		

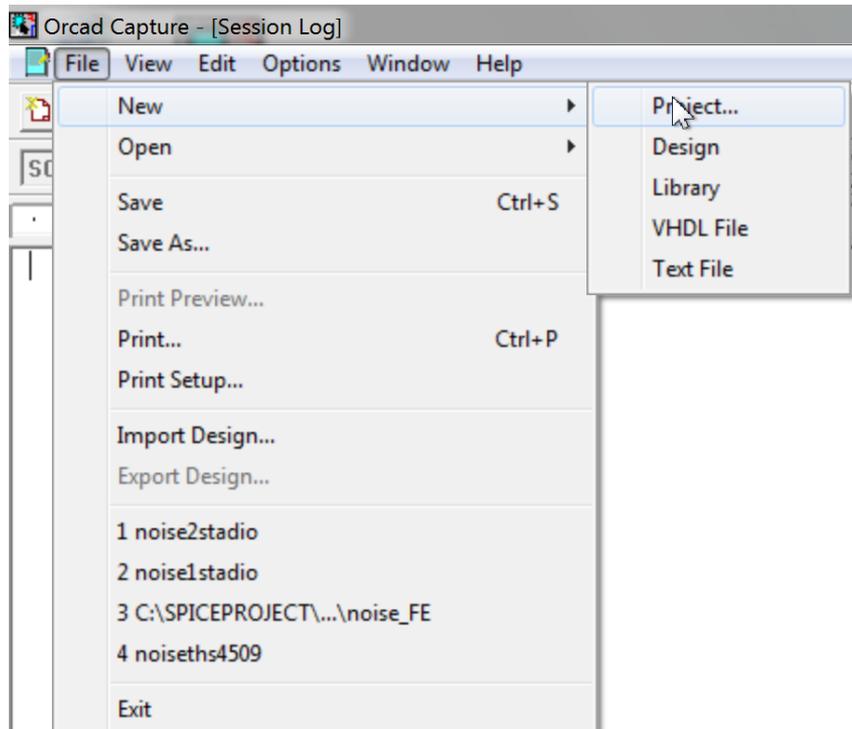
VOLTAGE SOURCE	CURRENTS
NAME	CURRENT
V_V1	-3.333E-01



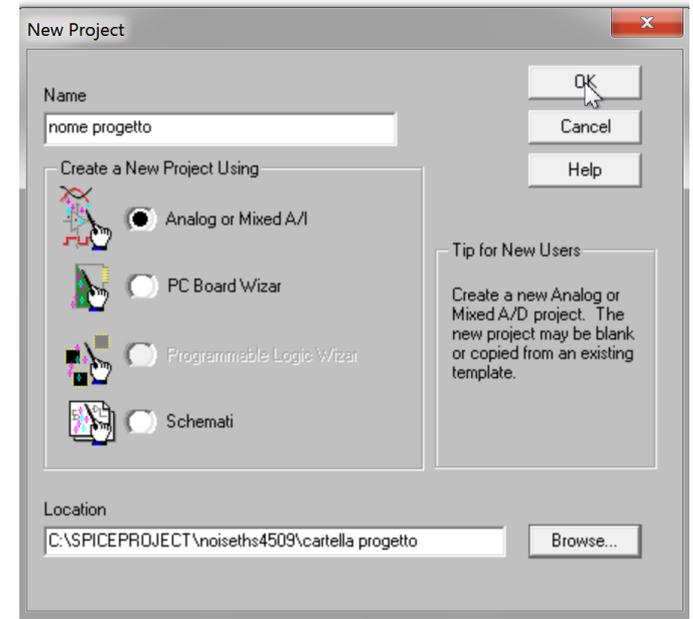
TOTAL POWER DISSIPATION	3.33E-01	WATTS
-------------------------	----------	-------

Creazione di un progetto - Capture

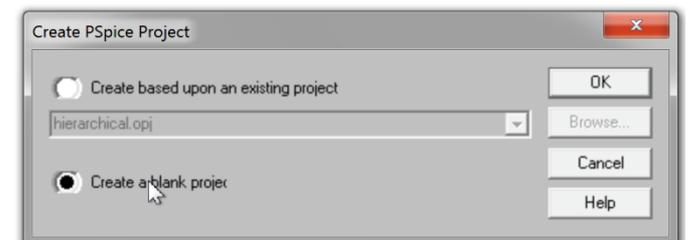
Selezionare **File** → **New** → **Project**



Inserire il nome del progetto e collocarlo nella cartella del progetto



Selezionare **Create a blank project**



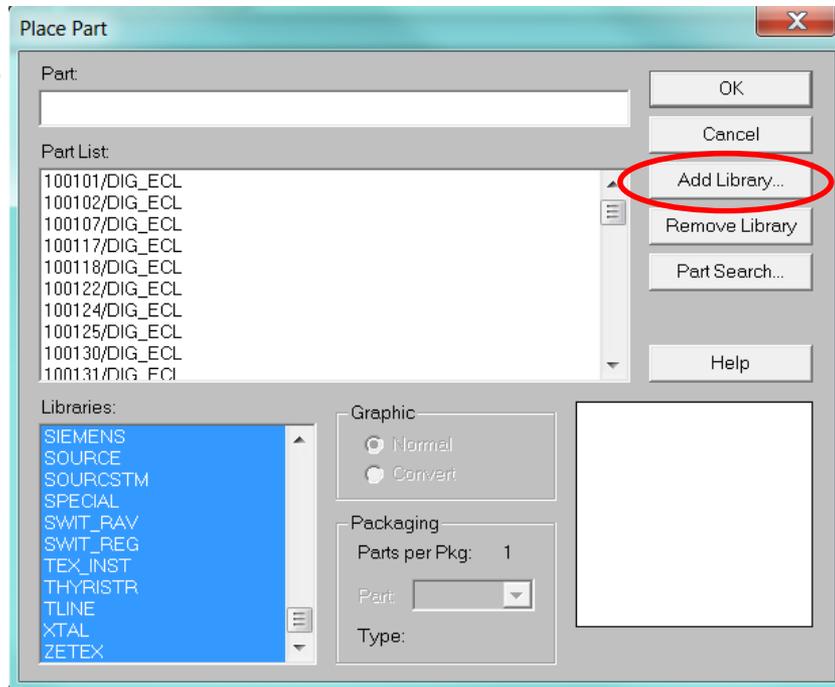
Caricare le librerie - componenti

Place Part → Add Library → selezionarle tutte → Apri → OK

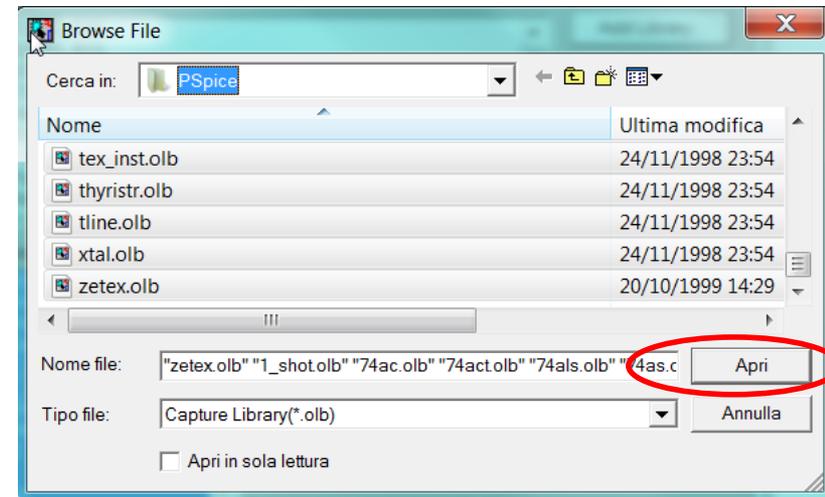
1

Place part

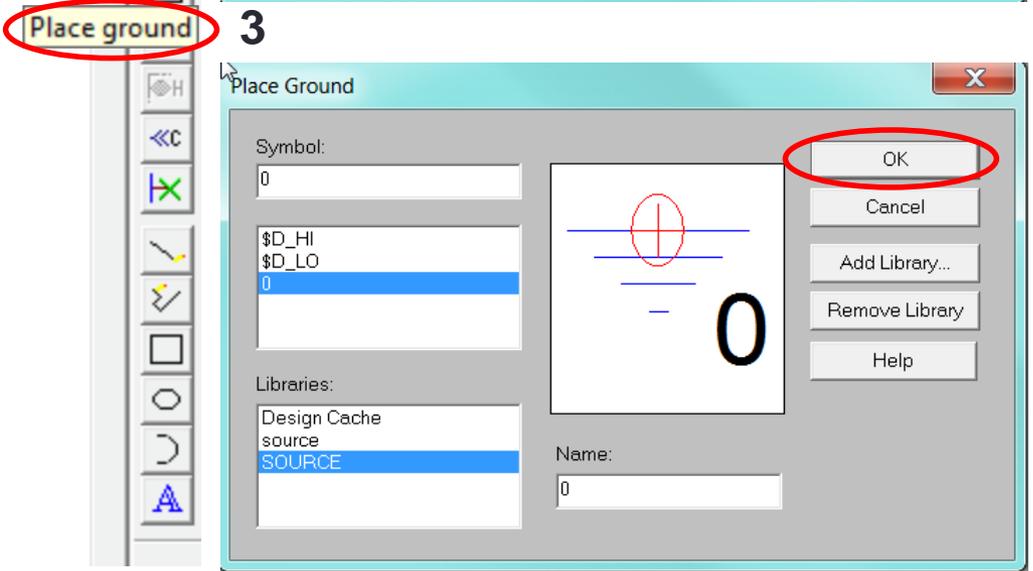
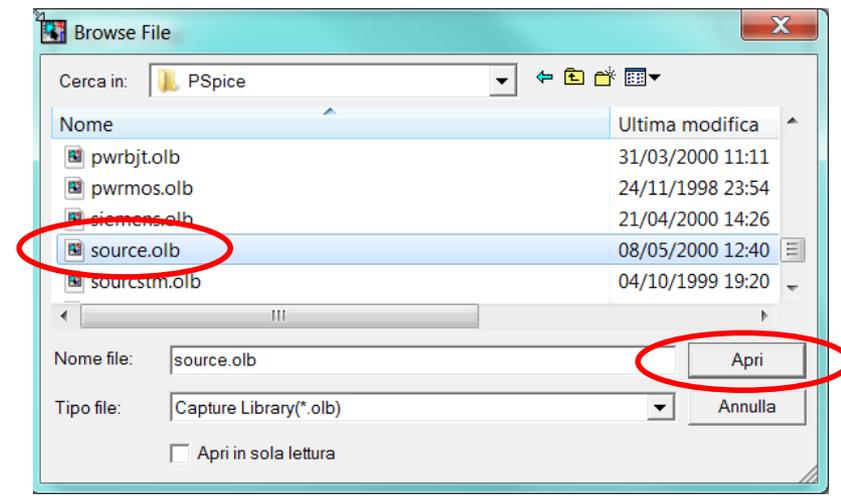
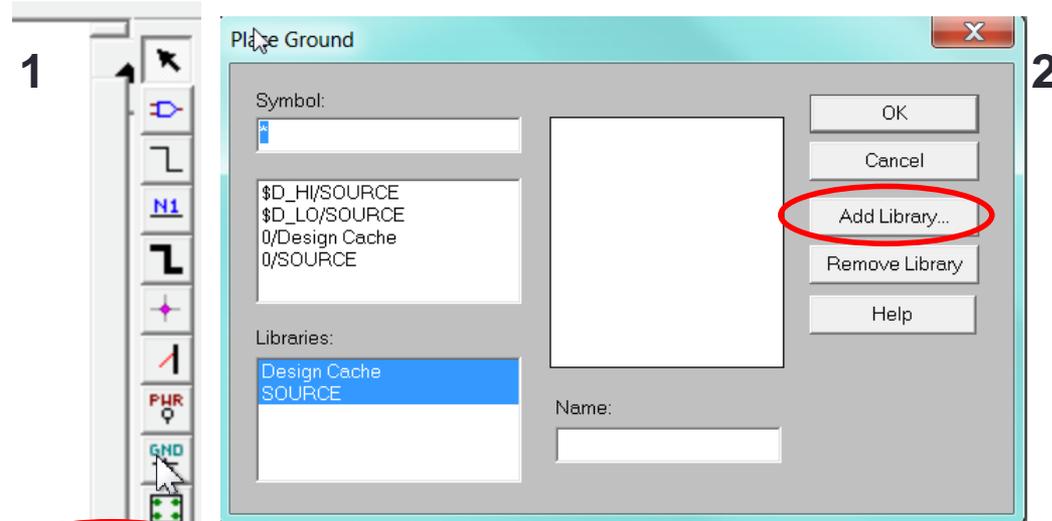
2



3



Caricare le librerie - ground

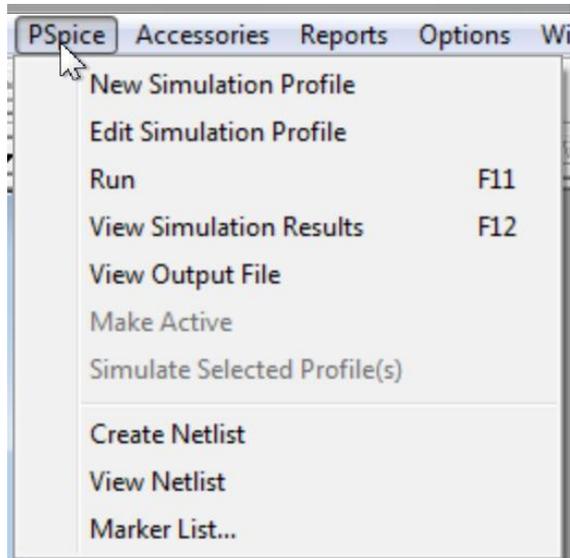


Place ground → Add Library → source.olb → Apri → OK

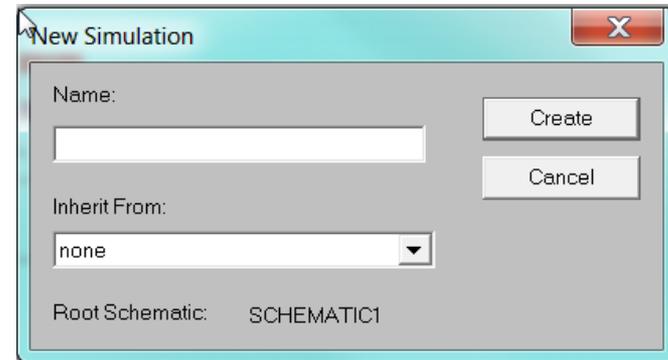
Scegliere la simulazione

PSpice → New Simulation Profile

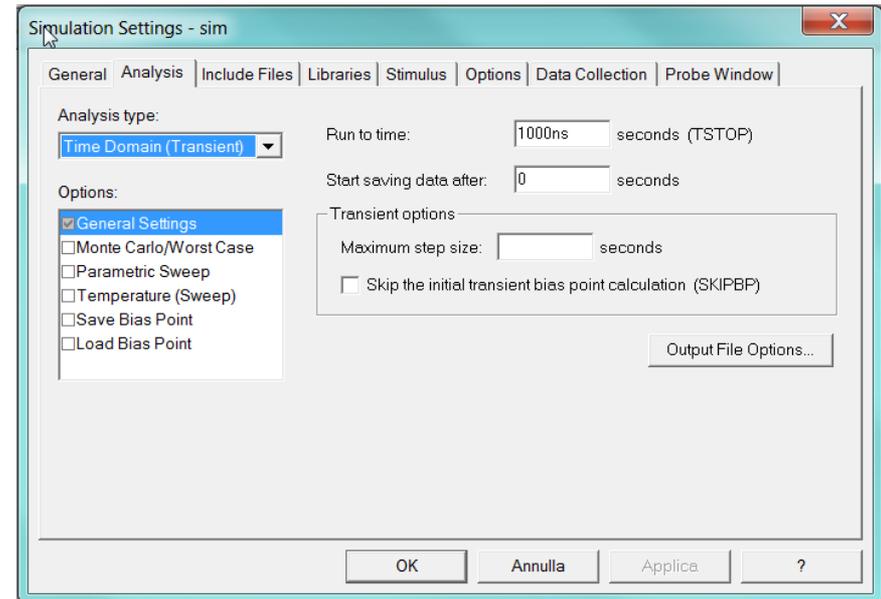
1



2

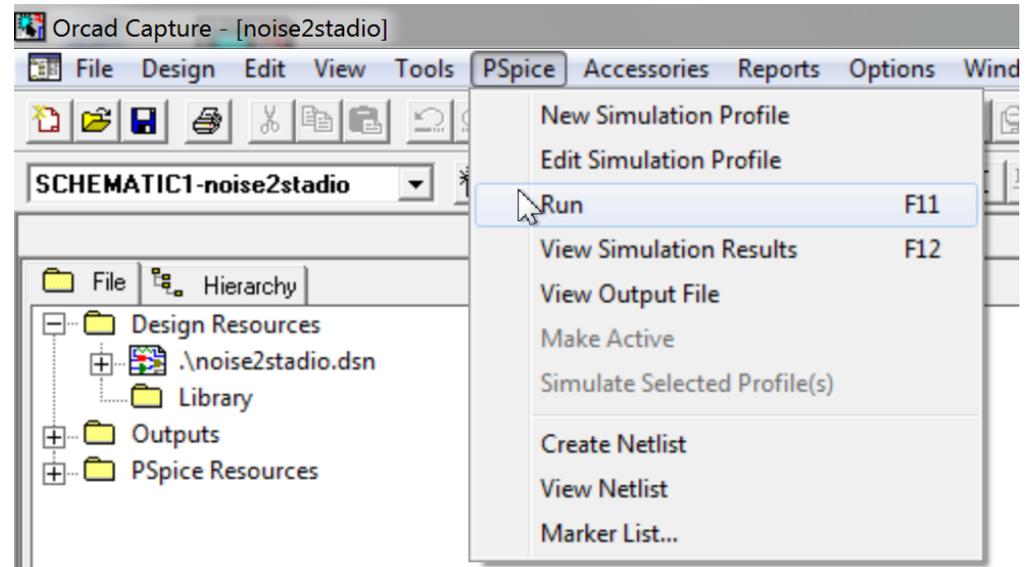


3



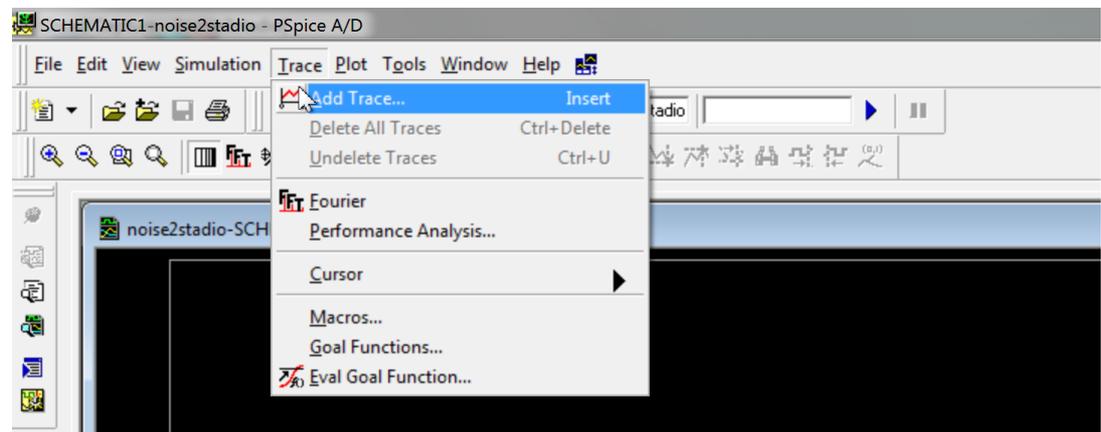
Eseguire la simulazione

PSpice → Run



- Si apre il programma PSpice A/D e per visualizzare una grandezza si esegue il comando

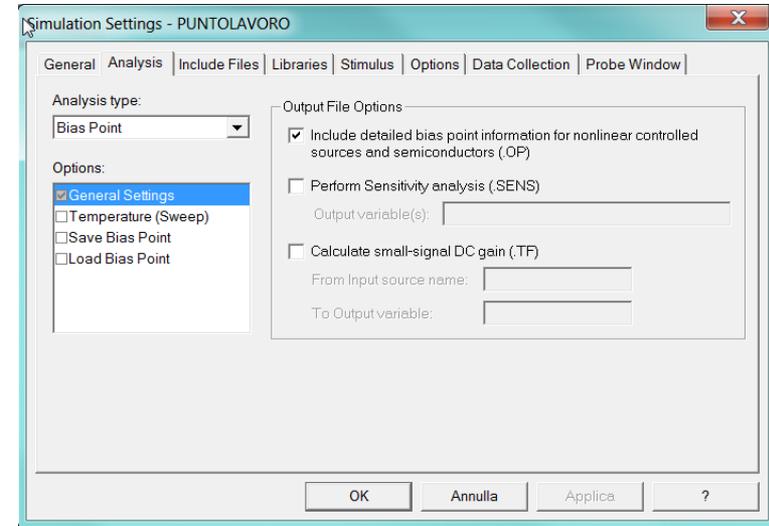
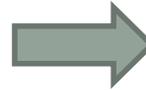
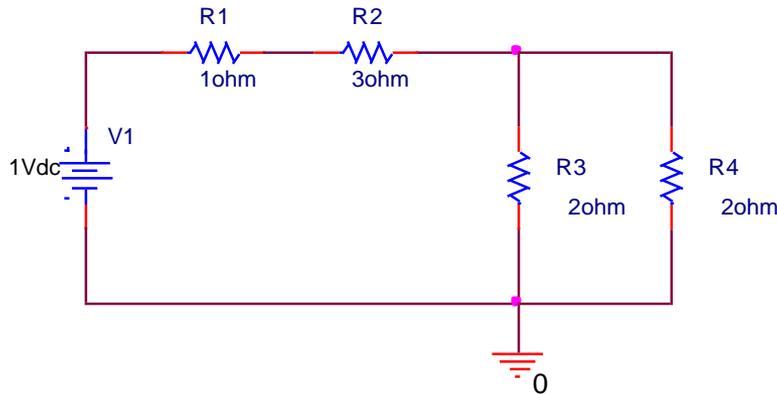
Trace → Add Trace



Esempi

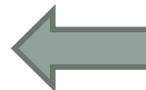
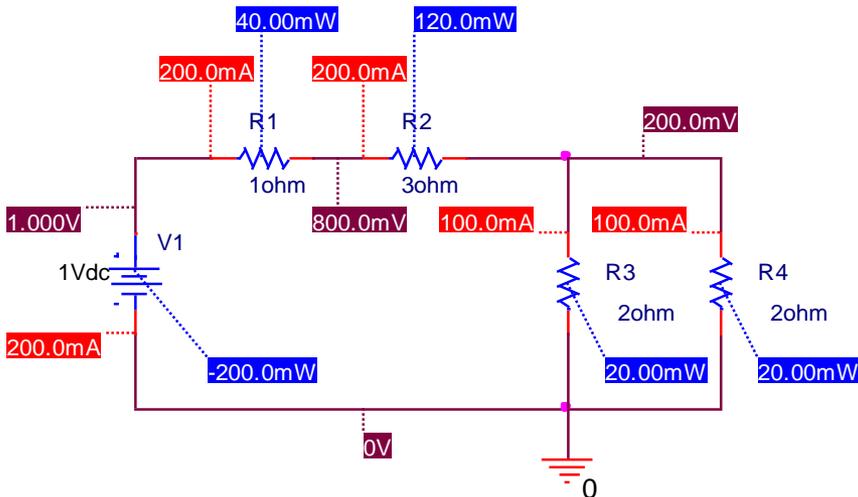
- Il punto di lavoro di una rete resistiva
- Carica e scarica di un condensatore – analisi nel dominio del tempo
- Carica di un condensatore attraverso una resistenza al variare della resistenza – simulazione parametrica
- Risonanza nel circuito RCL serie

Il punto di lavoro

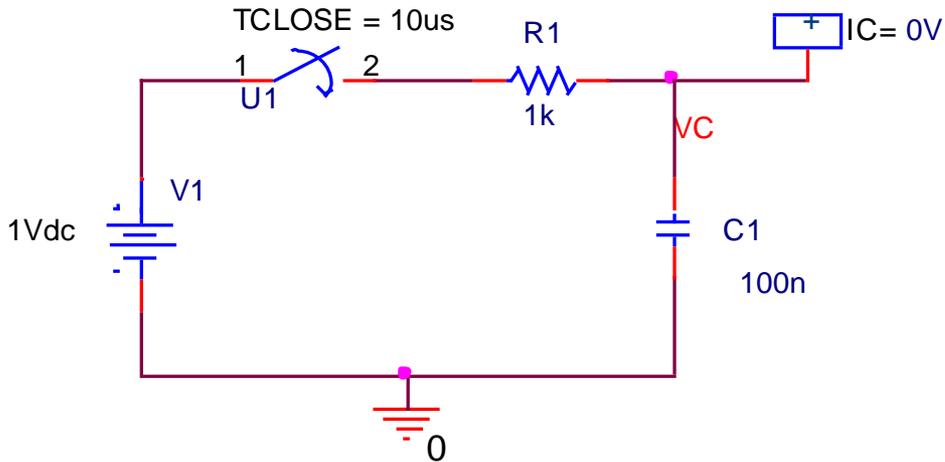


• Bias Point

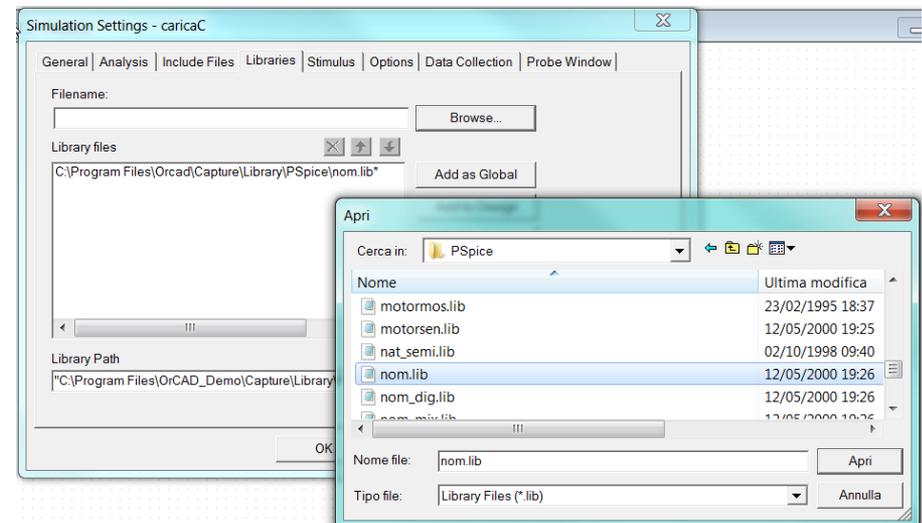
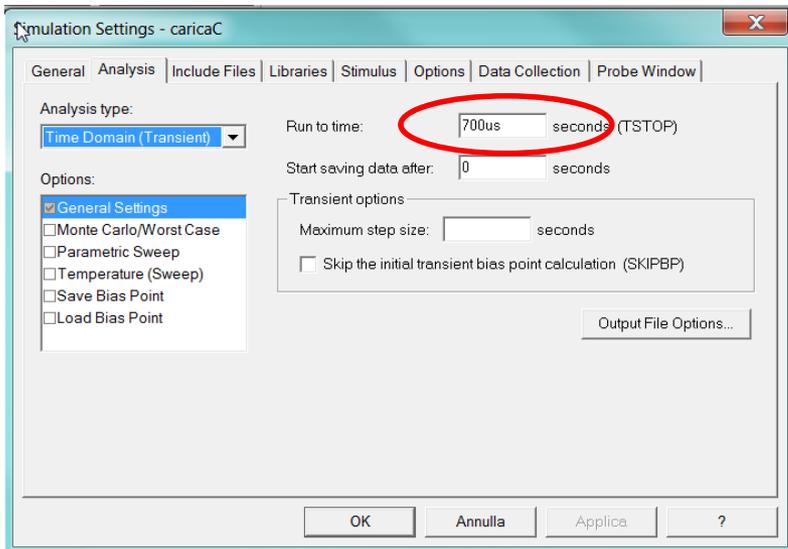
- Determinazione delle tensioni ai nodi
- Correnti attraverso i componenti
- Potenze dissipate



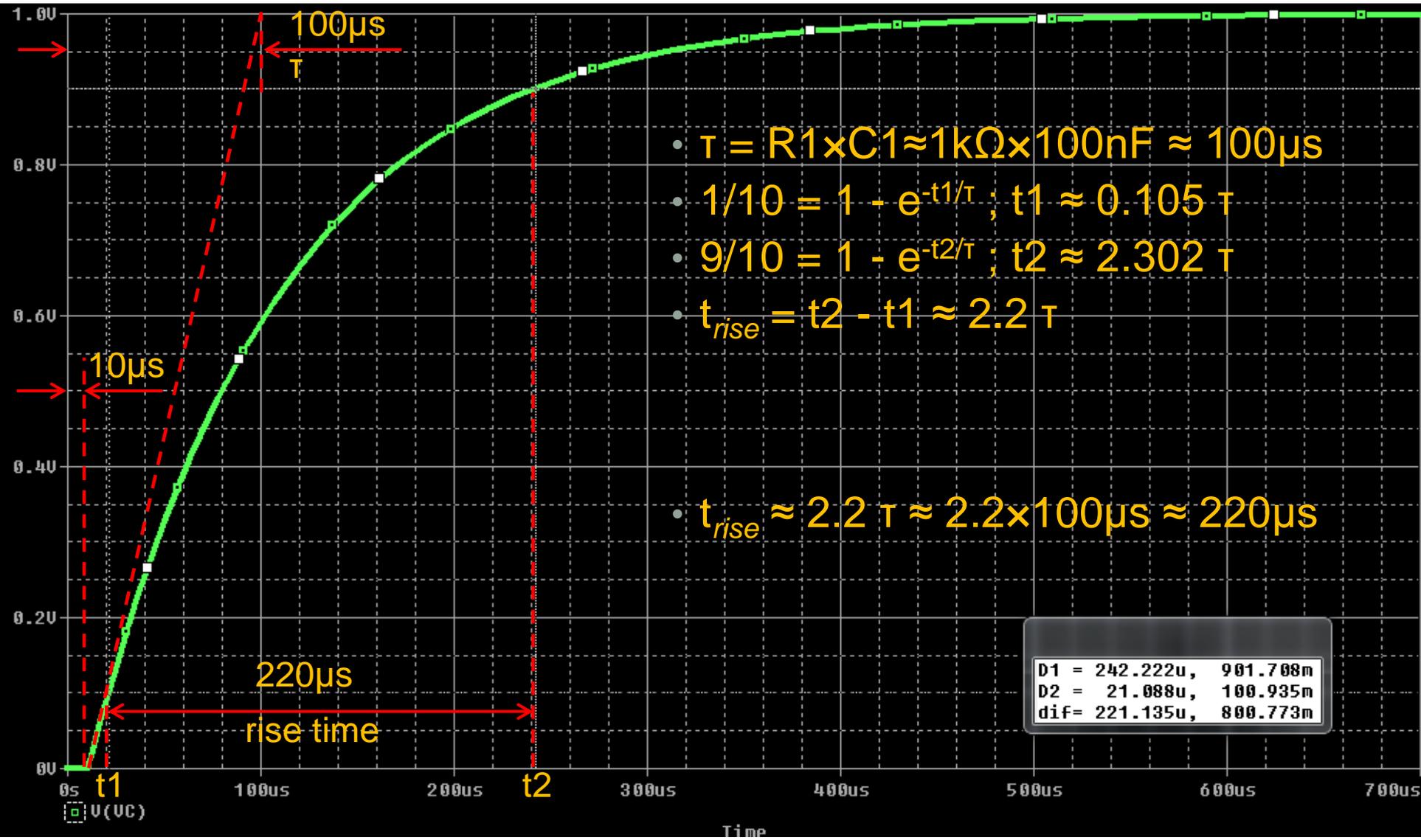
Carica di un condensatore



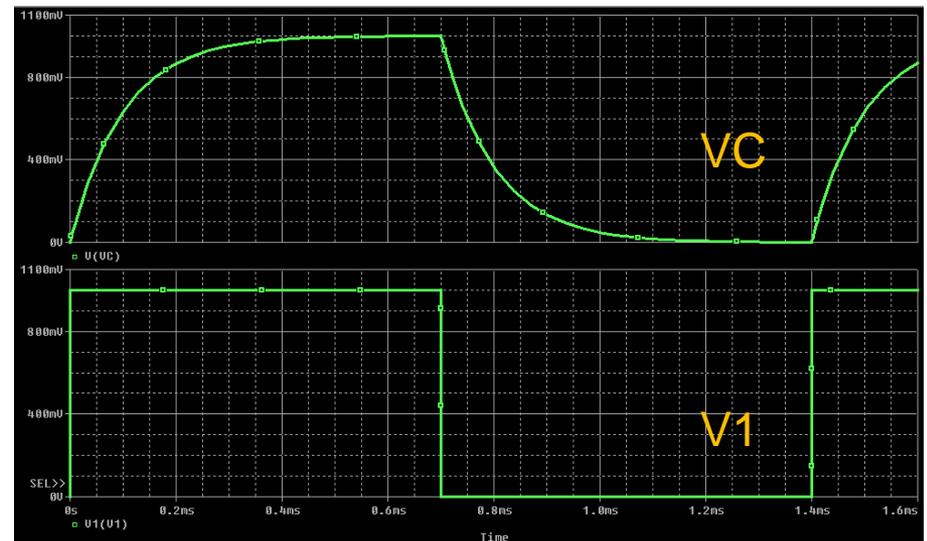
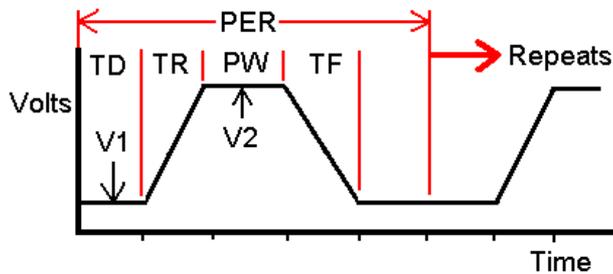
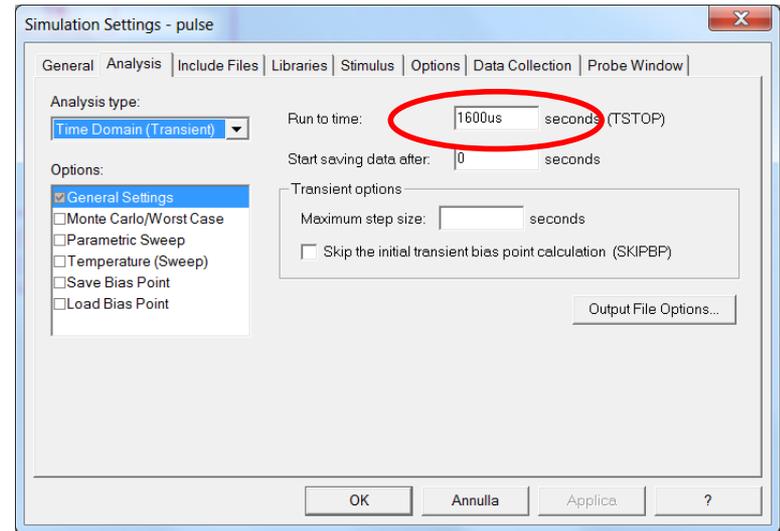
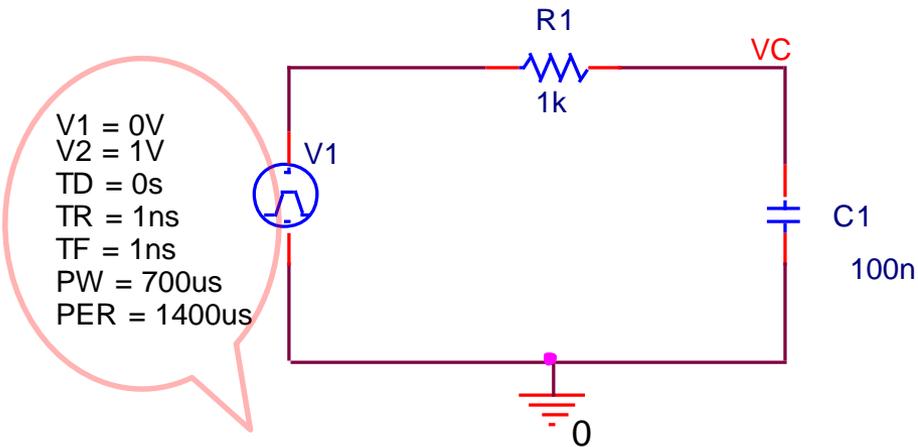
- Per $t < 10\mu\text{s}$, $V_C = 0\text{V}$, il condensatore C1 è scarico
- Per $t = 10\mu\text{s}$ l'interruttore si chiude, il condensatore C1 prende a caricarsi attraverso R1 con costante di tempo $R1 \times C1$
- $R1 \times C1 \approx 1\text{k}\Omega \times 100\text{nF} \approx 100\mu\text{s}$



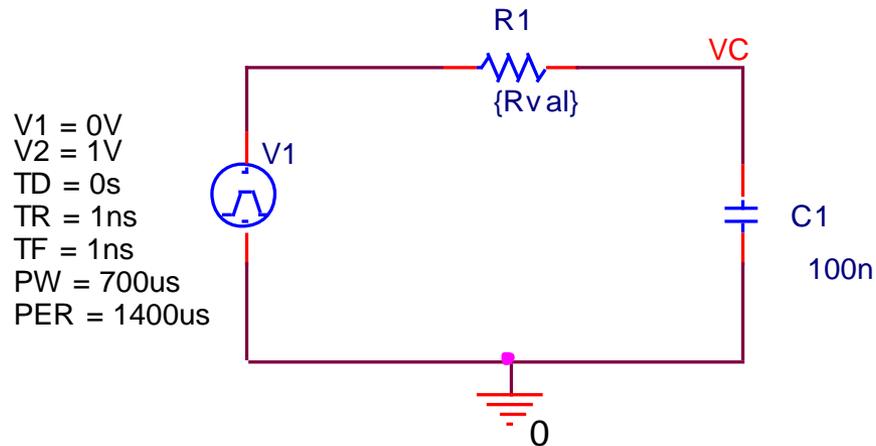
Carica di un condensatore



Carica/scarica di un condensatore



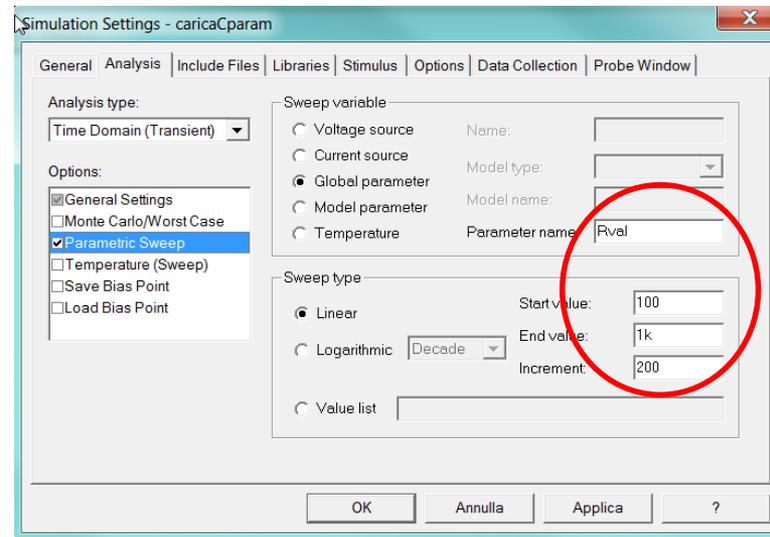
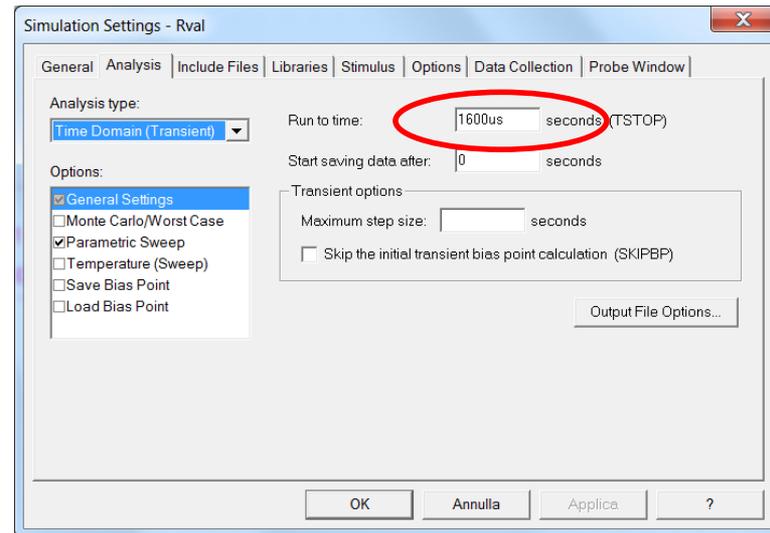
Simulazione parametrica



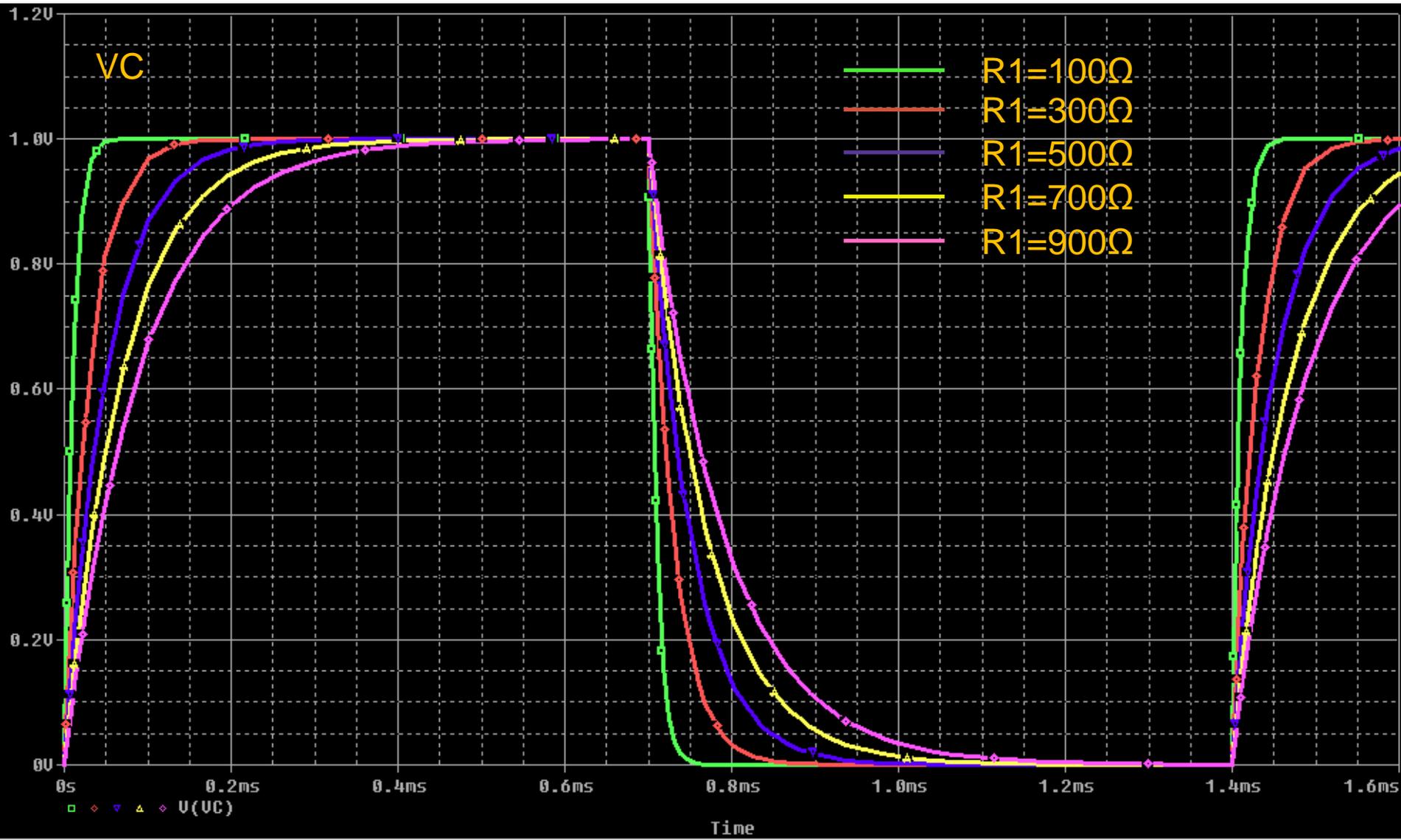
PARAMETERS:

Rval = 100

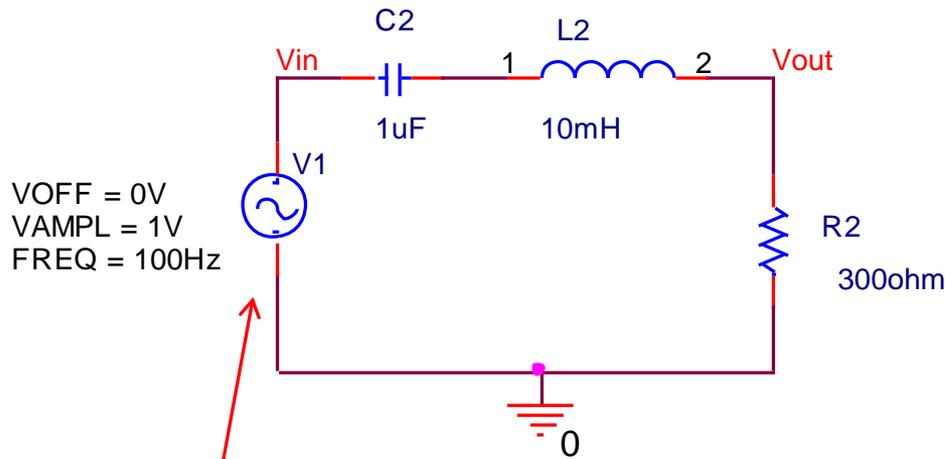
- Cambiare il valore della resistenza in {Rval}
- Aggiungere dalla libreria **SPECIAL** il componente **PARAMETERS**
- Doppio click su parameters: si apre il Property Editor, selezionare **new column**, inserire Rval nella casella Name, **OK**
- Inserire 100 nella colonna Rval
- Cliccare su **Display** 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



Simulazione parametrica



Circuito RCL



$$\frac{\bar{V}_{out}(\omega)}{\bar{V}_{in}(\omega)} = \frac{1}{1 + jQ \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)}$$

$$Q = \frac{\omega_0 L}{R}$$

$$\left| \frac{\bar{V}_{out}(\omega)}{\bar{V}_{in}(\omega)} \right| = \frac{1}{\sqrt{1 + Q^2 \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)^2}}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \approx 10^4 \text{ rad/s}$$

$$f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} \approx 1.58 \text{ kHz}$$

$$\varphi(\omega) = -\arctan \left[Q \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right) \right]$$

Property Editor

	AC	Color	DC	Designator	DF	FREQ	Graphic
1	SCHEMATIC1 : PAGE1 : V1	1V	Default		0	100Hz	VSIN.Normal

Simulation Settings - rcl

General Analysis Include Files Libraries Stimulus Options Data Collection Probe Window

Analysis type: AC Sweep/Noise

Options:

- General Settings
- Monte Carlo/Worst Case
- Parametric Sweep
- Temperature (Sweep)
- Save Bias Point
- Load Bias Point

AC Sweep Type:

- Linear
- Logarithmic

 Decade

Start Frequency: 1

End Frequency: 500k

Points/Decade: 100

Noise Analysis:

- Enabled

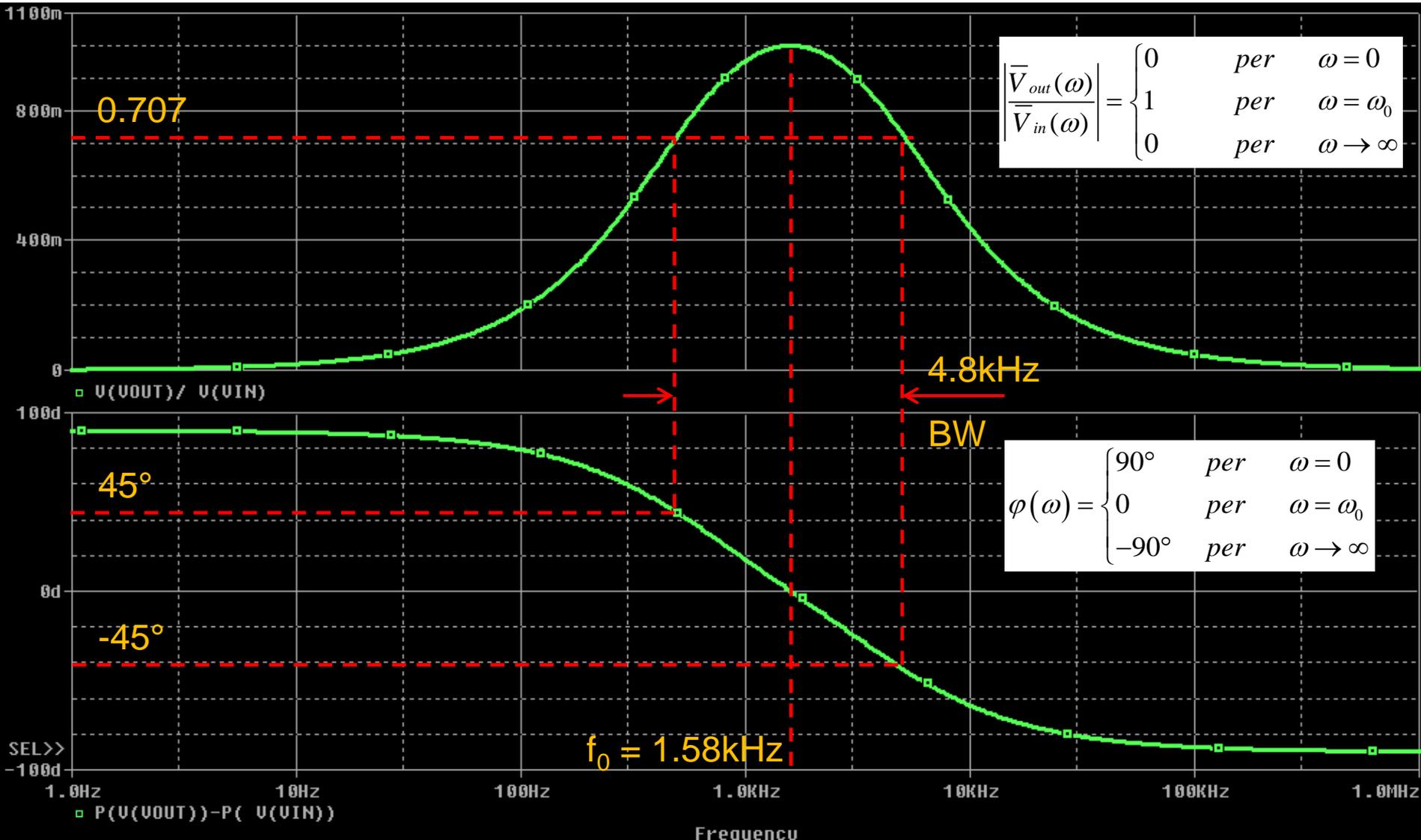
 Output Voltage:
 I/V Source:
 Interval:

Output File Options:

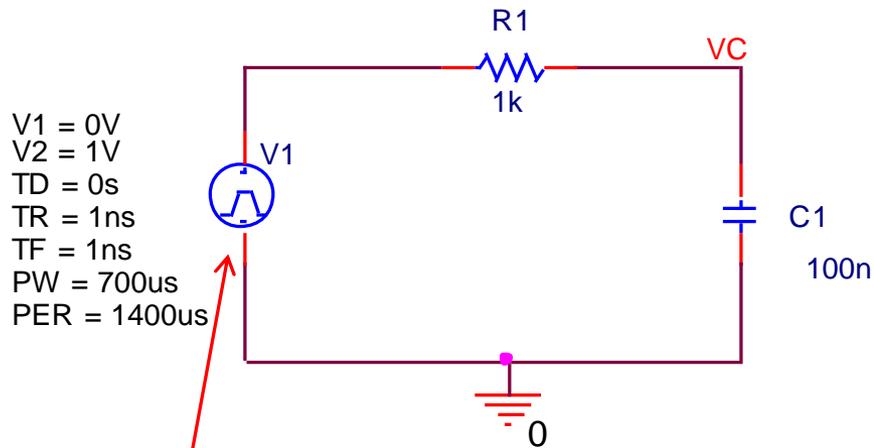
- Include detailed bias point information for nonlinear controlled sources and semiconductors (.OP)

OK Annulla Applica ?

Circuito RCL



Esercizio



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

