



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Stage sperimentale 2012

Elettronica

**Simulazione elettronica analogica con
Spice e progettazione di un Layout**

Indice:

- Funzioni generali del simulatore
- Tipologie di analisi possibili con Spice:
 - DC Operating point
 - AC Analysis
 - Transient Analysis
 - Temperature Sweep
 - DC Sweep
 - Parameter Sweep
 - Studio di un Preamplificatore per Rivelatori di particelle.
- Progetto finale:
 - Generatore di segnali a rampa e quadra

Caratteristiche generali del simulatore:

- I programmi di simulazione circuitale costituiscono uno strumento di estrema utilità per chi si occupa di progettazione di circuiti elettronici
- Essi semplificano le verifiche funzionali di un progetto
- Il simulatore SPICE “Simulation program With Integrated circuit Emphasis” è utilizzato universalmente per la simulazione di circuiti elettronici analogici e digitali

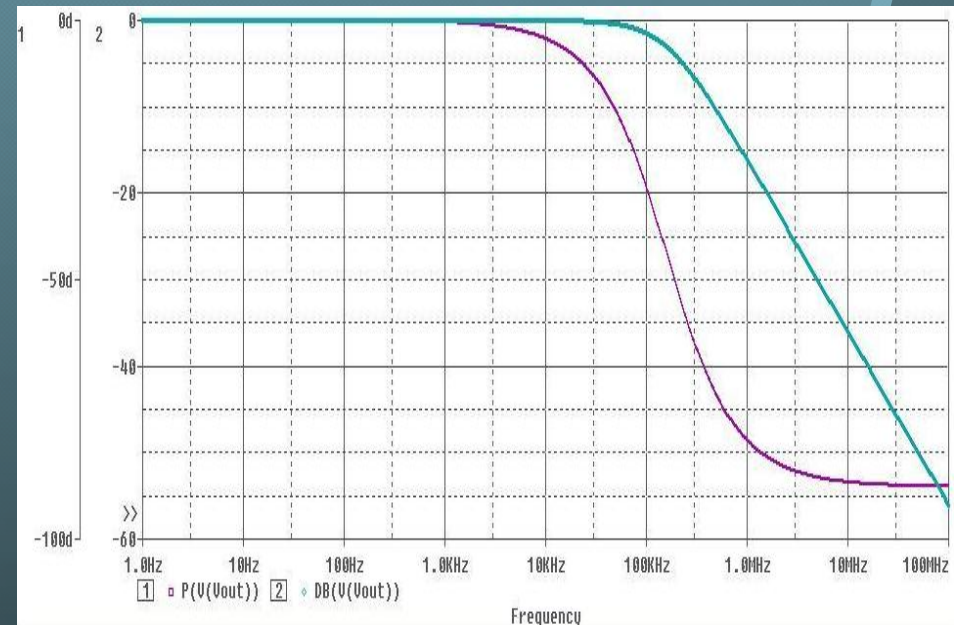
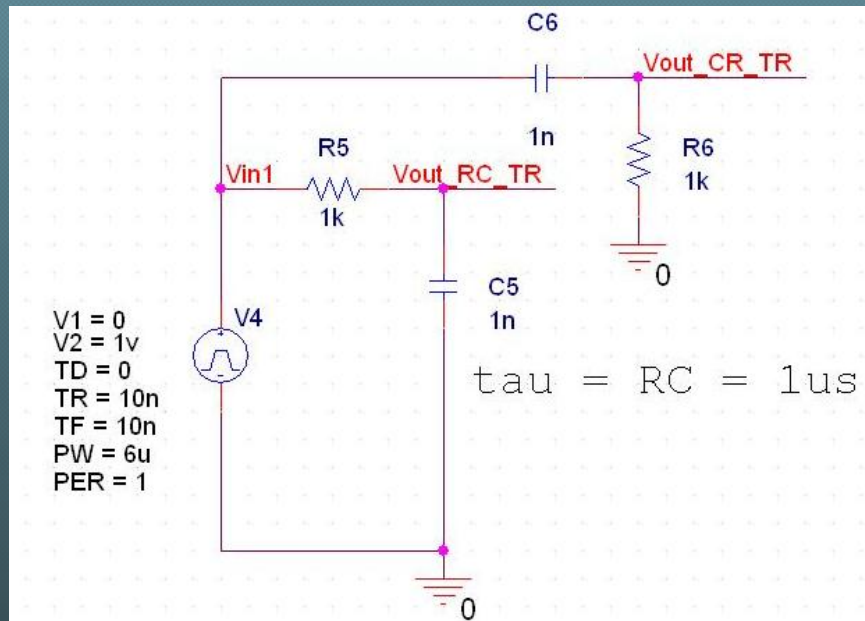
DC operating point:

- Questo tipo di analisi definisce il punto di lavoro “in regime continuo” di un circuito elettrico;
- È usata per determinare le condizioni di lavoro di uno o più dispositivi elettronici;
- Per osservare le funzioni di trasferimento degli elementi non lineari (es: diodi, transistor, MOS);
- Per determinare le condizioni iniziali degli elementi reattivi nel dominio del tempo.

AC analysis

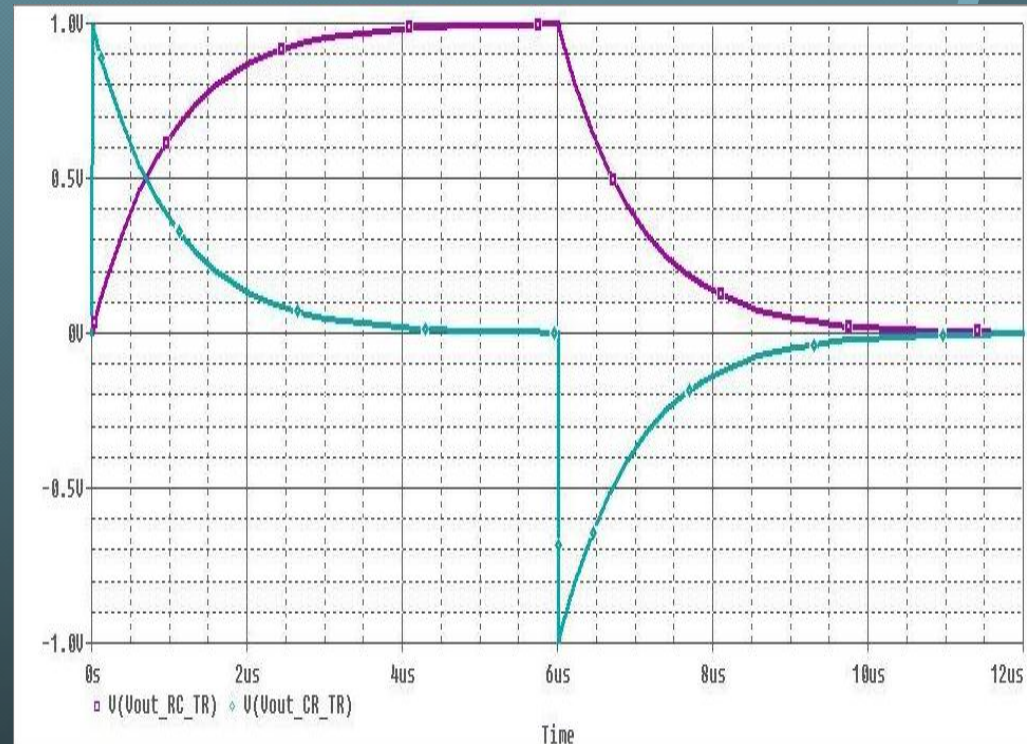
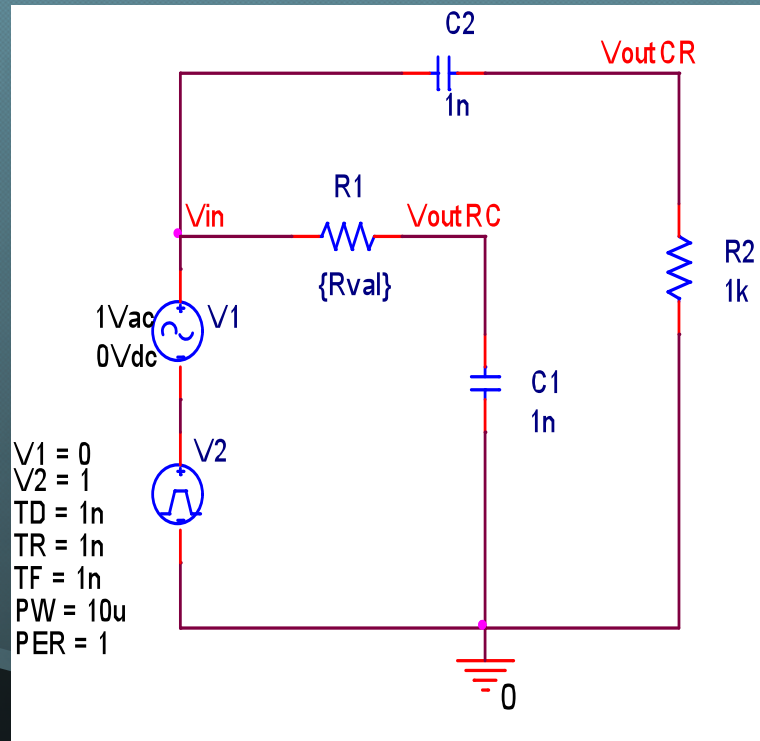
- Questo tipo di analisi, elabora la risposta in frequenza di un circuito elettrico, costituito da elementi lineari (es: resistenza, induttanza, capacità, trasformatore, generatore di tensione e di corrente), ed elementi non lineari, linearizzandoli.
- La sorgente genera un segnale sinusoidale la cui frequenza varia in un range definito dal progettista.

AC analysis



- Analisi in frequenza di un passa-basso e passa-alto
- Comportamento del modulo e della fase
- Verifica risposta teorica tramite SPICE

Transient analysis



➤ Studio della risposta al gradino di un RC-CR

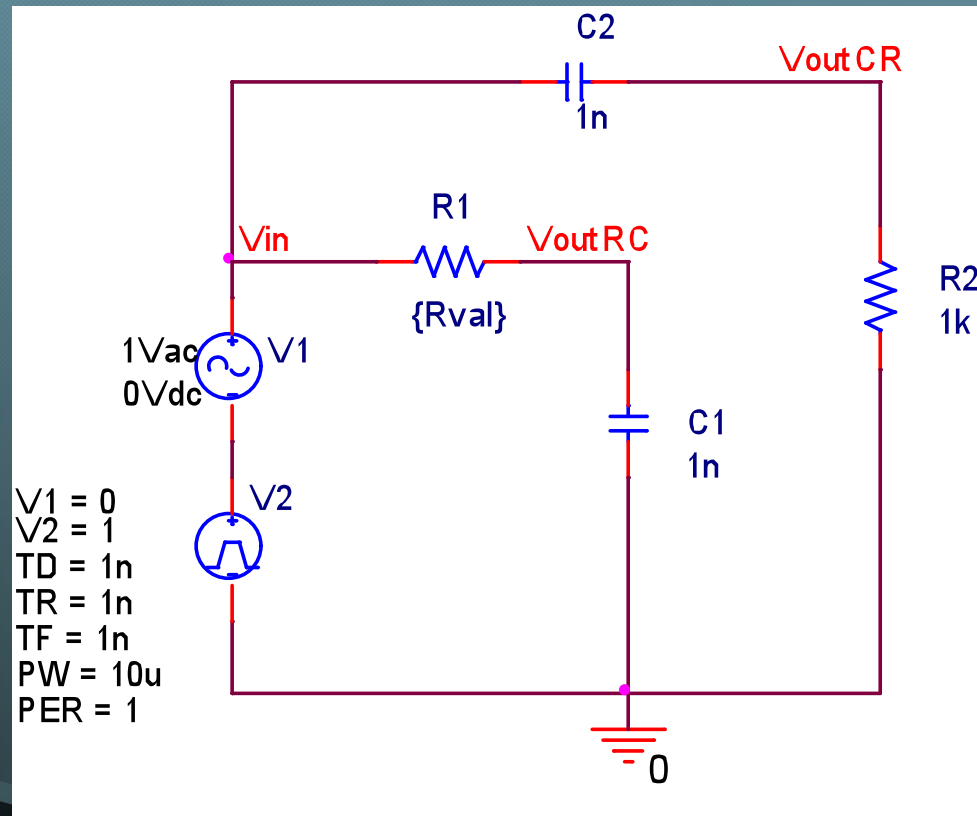
➤ Si osserva che:

il comportamento di un RC è opposto al CR

Parameter sweep

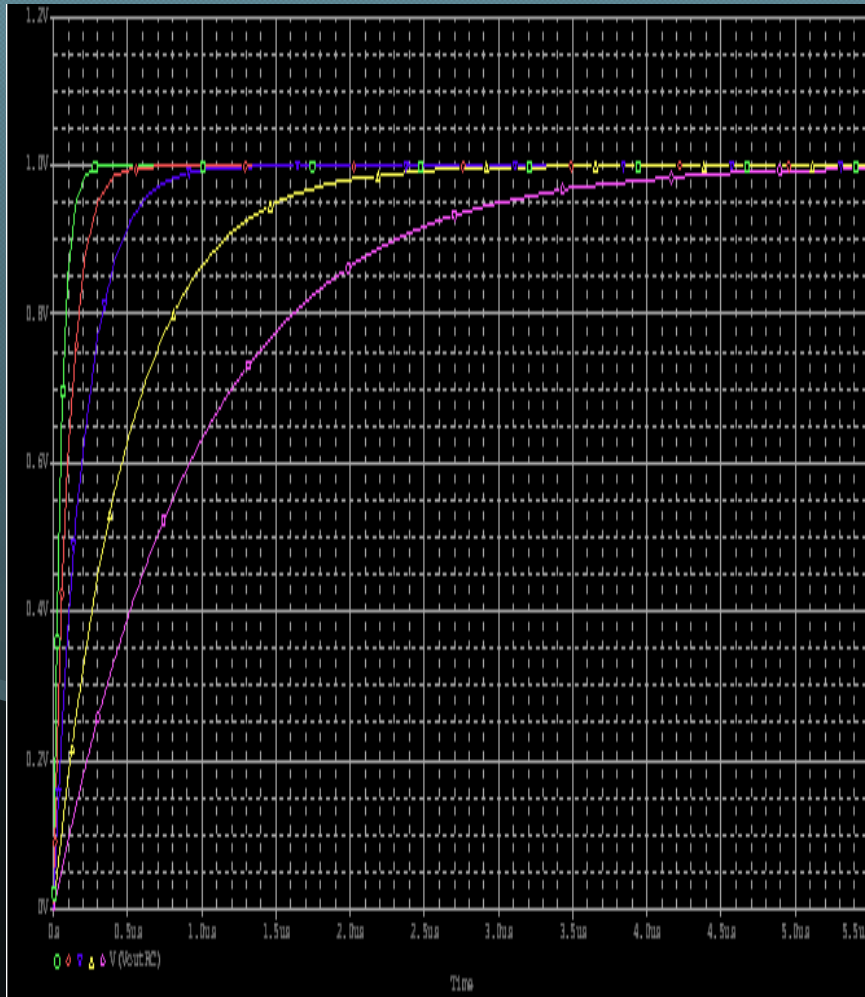
- Questo tipo di analisi permette di variare le sorgenti di tensione e corrente, modelli, parametri globali e temperature di un circuito elettronico.
- I parametri si cambiano nel pannello di controllo “Simulation profile”.

Parameter sweep



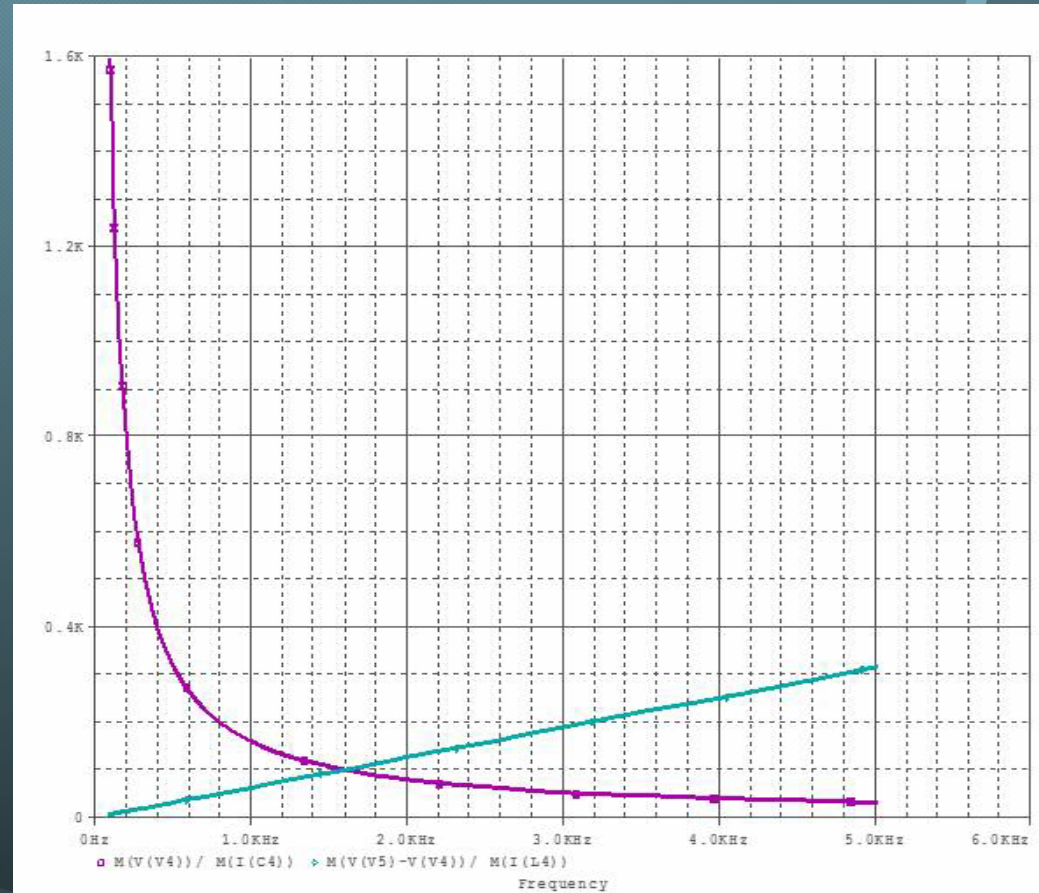
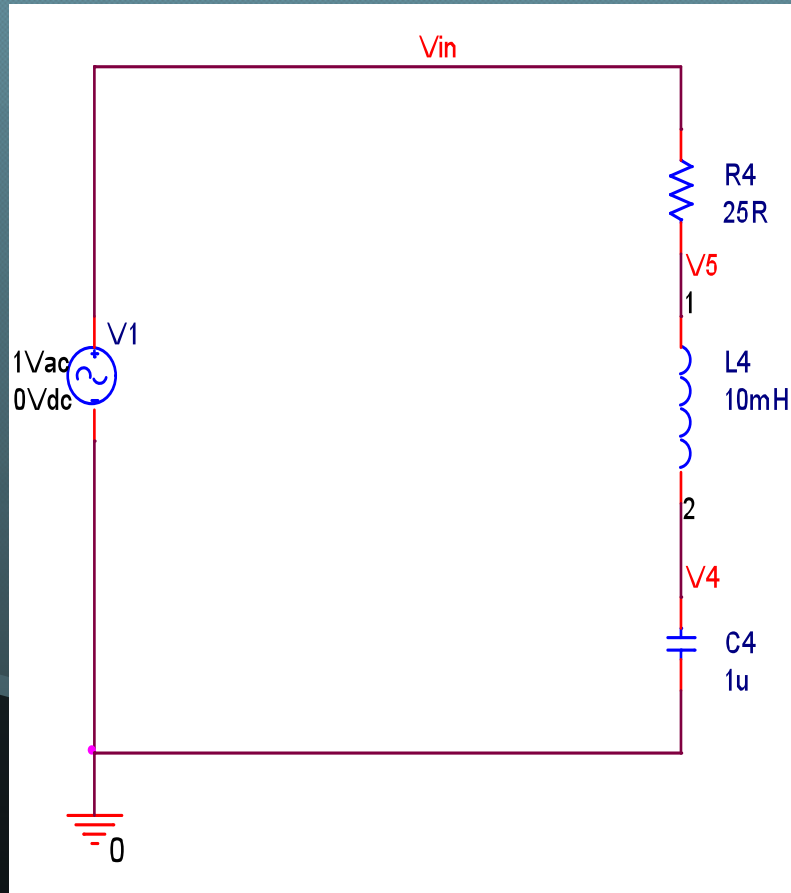
- Studio della funzione di trasferimento variando il resistore R_{val} per un circuito passa-alto, e passa-basso

Parameter sweep



- Dal grafico si nota che, variando la resistenza R_{val} del circuito RC, tramite la simulazione parametrica, varia la costante di tempo τ . Essa è data dal prodotto fra R e C , definendo il tempo che impiega il condensatore a caricarsi al 63% della tensione finale.
- Il completo caricamento del condensatore avviene praticamente dopo 5τ .

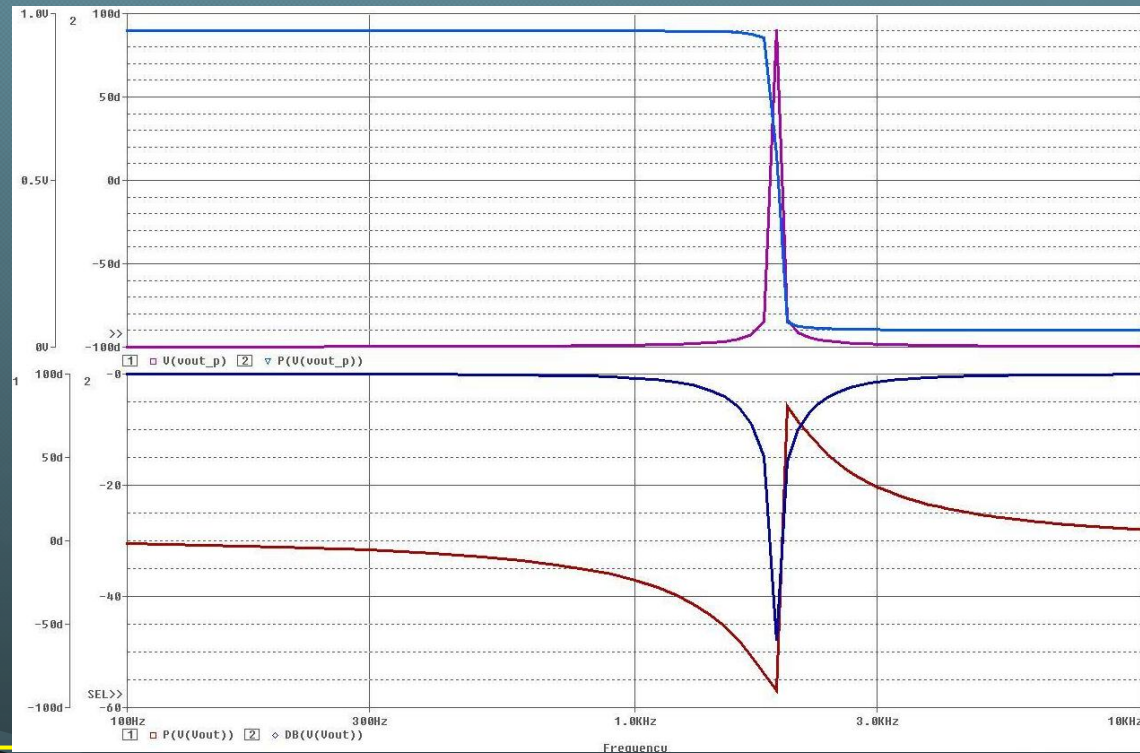
AC analysis



Misura dell'impedenza induttiva e capacitiva

$$Z_L = j\omega L \quad Z_C = -j/\omega C$$

AC analysis



➤ Verifica della condizione di risonanza serie

➤ $F_{\text{risonanza}} = f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

➤ Verifica della fase in risonanza

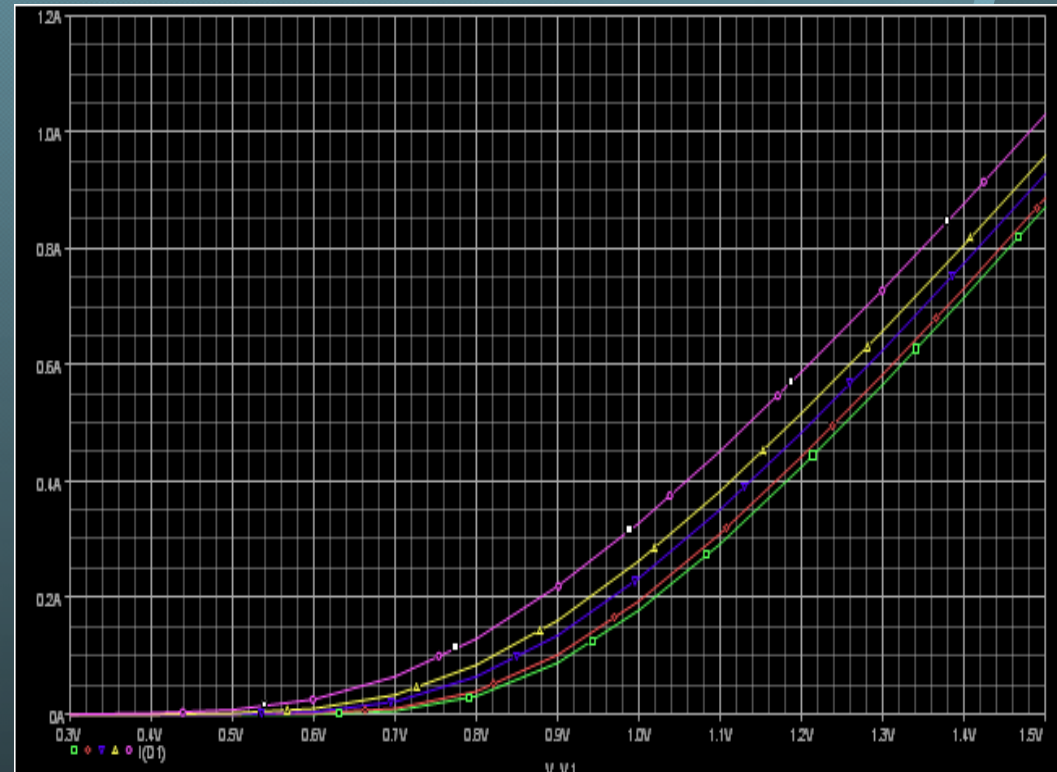
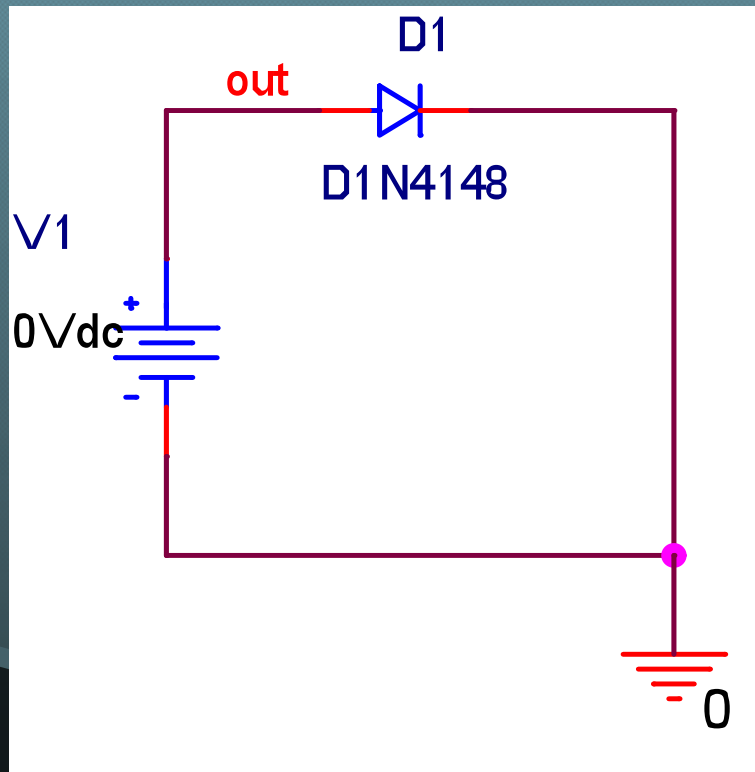
Transient analysis

- L'analisi al transiente, elabora la risposta nel dominio del tempo di un circuito elettronico
- Permette quindi di valutare il comportamento di un circuito elettrico, come lo si farebbe con uno oscilloscopio su un circuito reale.

Temperature sweep

- Questa opzione di analisi ha come parametro variabile la temperatura a cui si trova il circuito
- Permette di valutare i cambiamenti delle variabili elettriche di un componente al variare della temperatura

Temperature sweep

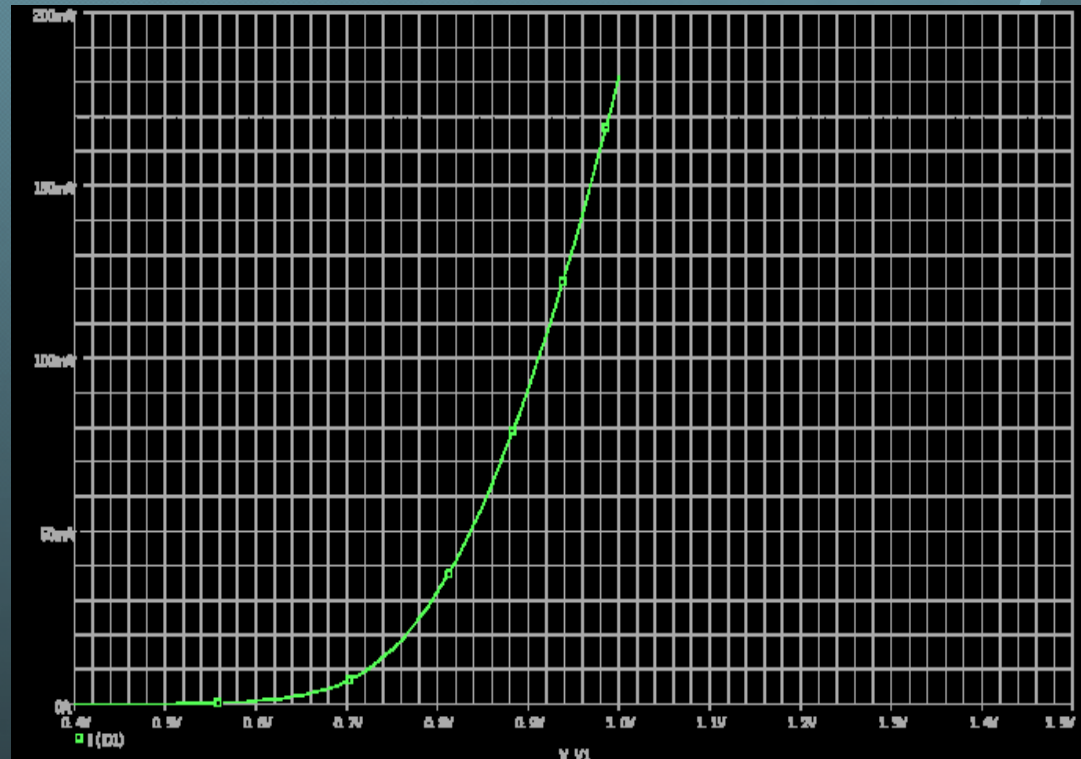
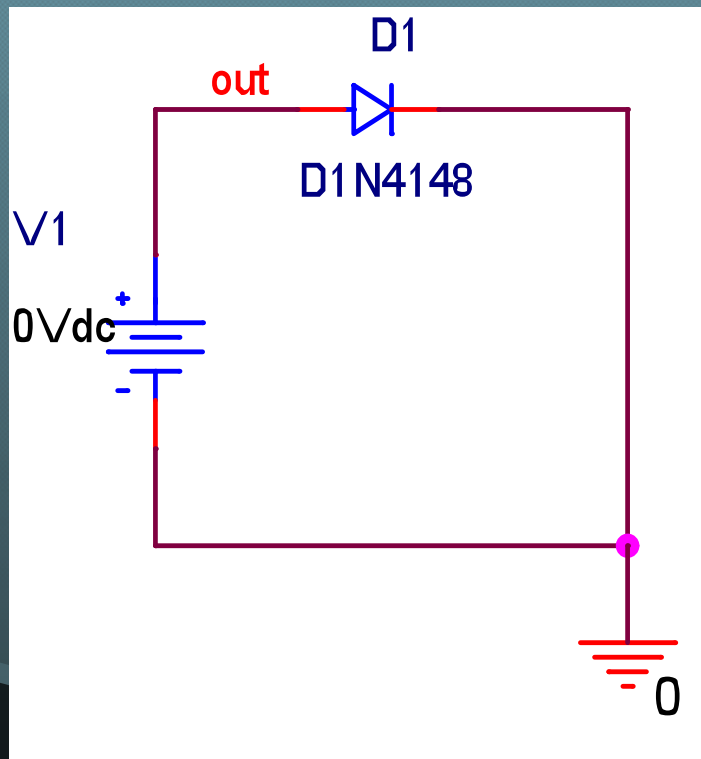


- Variando la temperatura si ottengono diverse caratteristiche del diodo, infatti la tensione di giunzione, diminuisce di 2.2mV per grado centigrado.

DC sweep

- Questo tipo di analisi consente di simulare il circuito variando il valore delle sorgenti DC.
- Permette di visualizzare la funzione di trasferimento in DC di un dispositivo attivo o di un quadripolo.

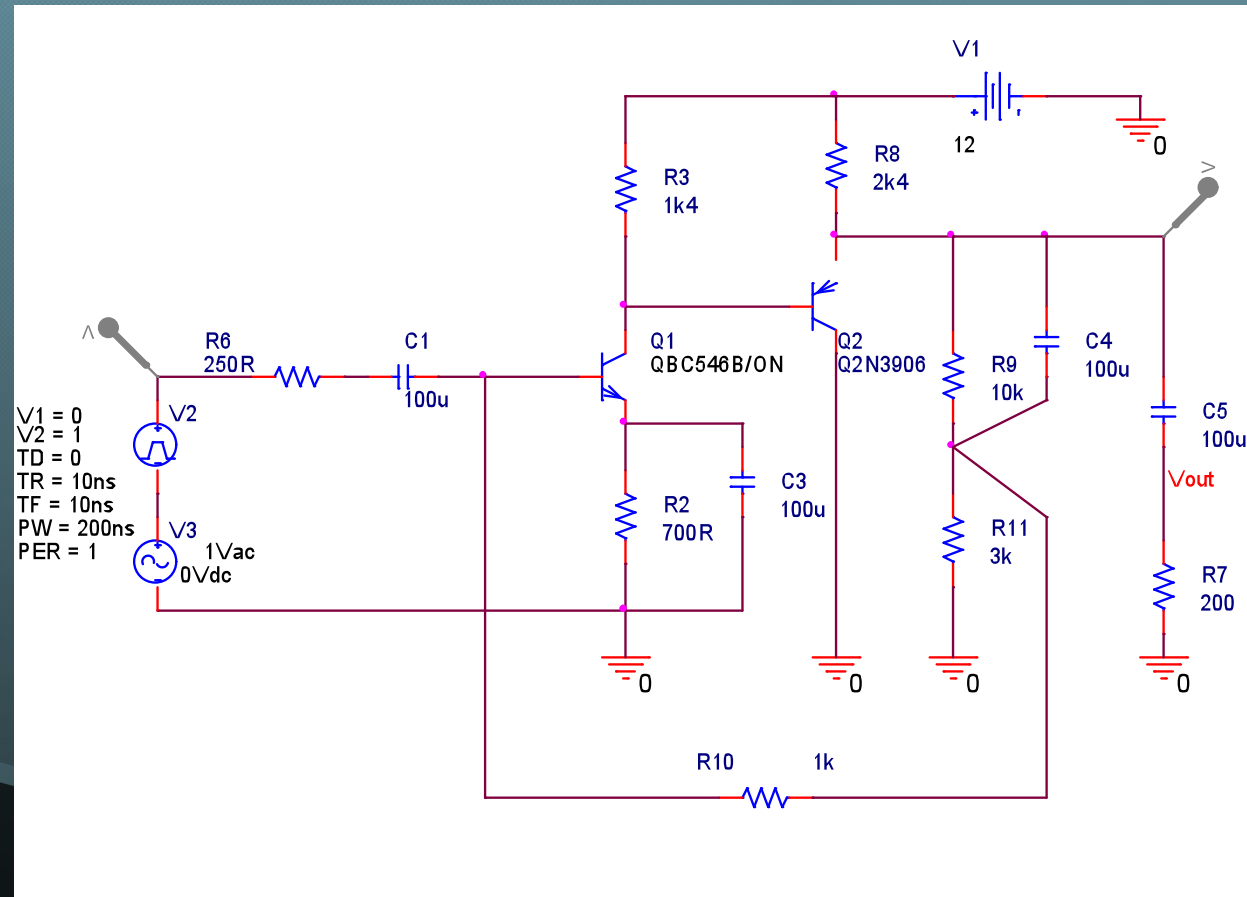
DC sweep



➤ Da notare:

L'andamento della corrente esponenziale e la tensione di accensione 0.6 Volt.

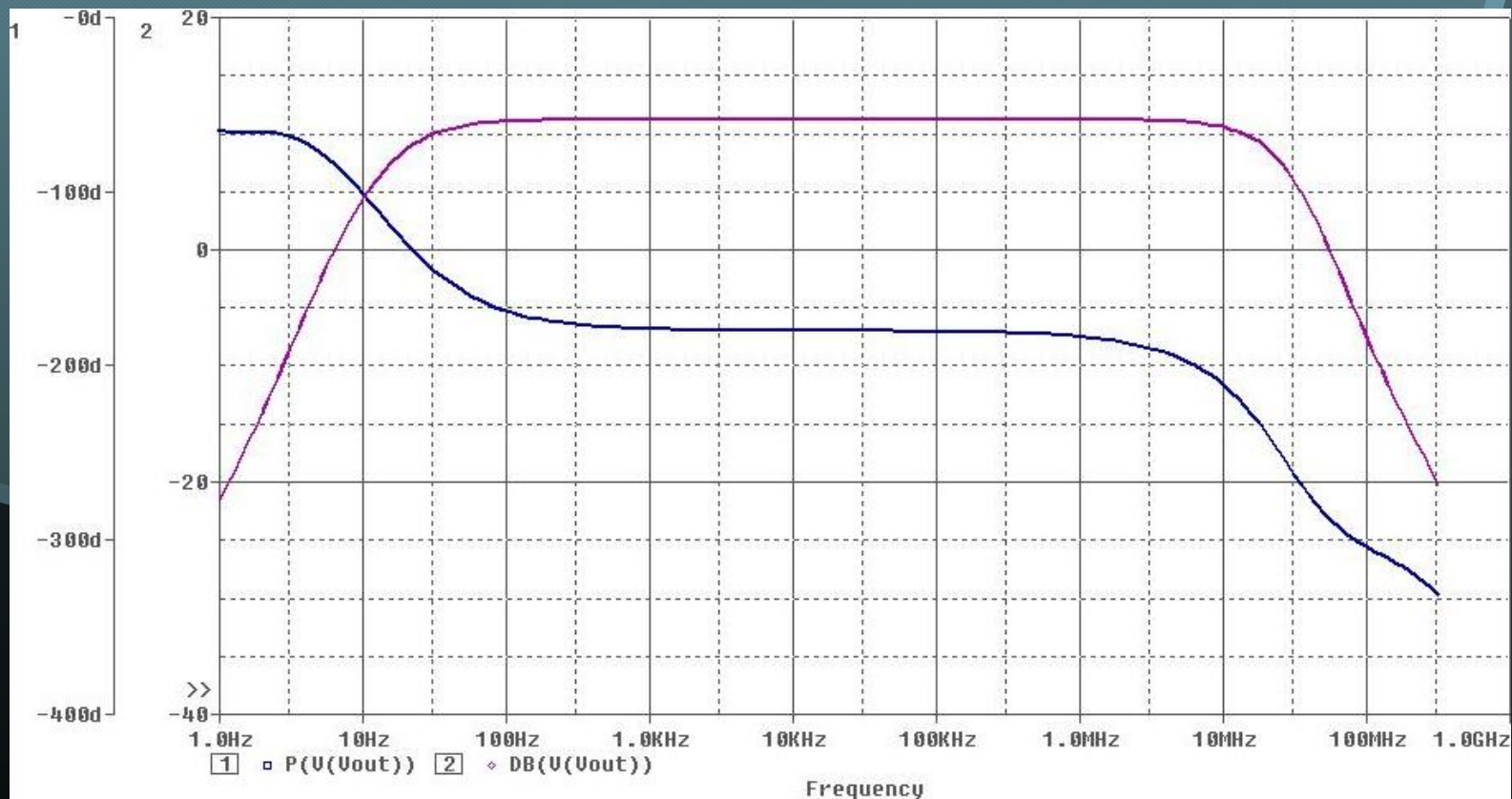
AC analysis



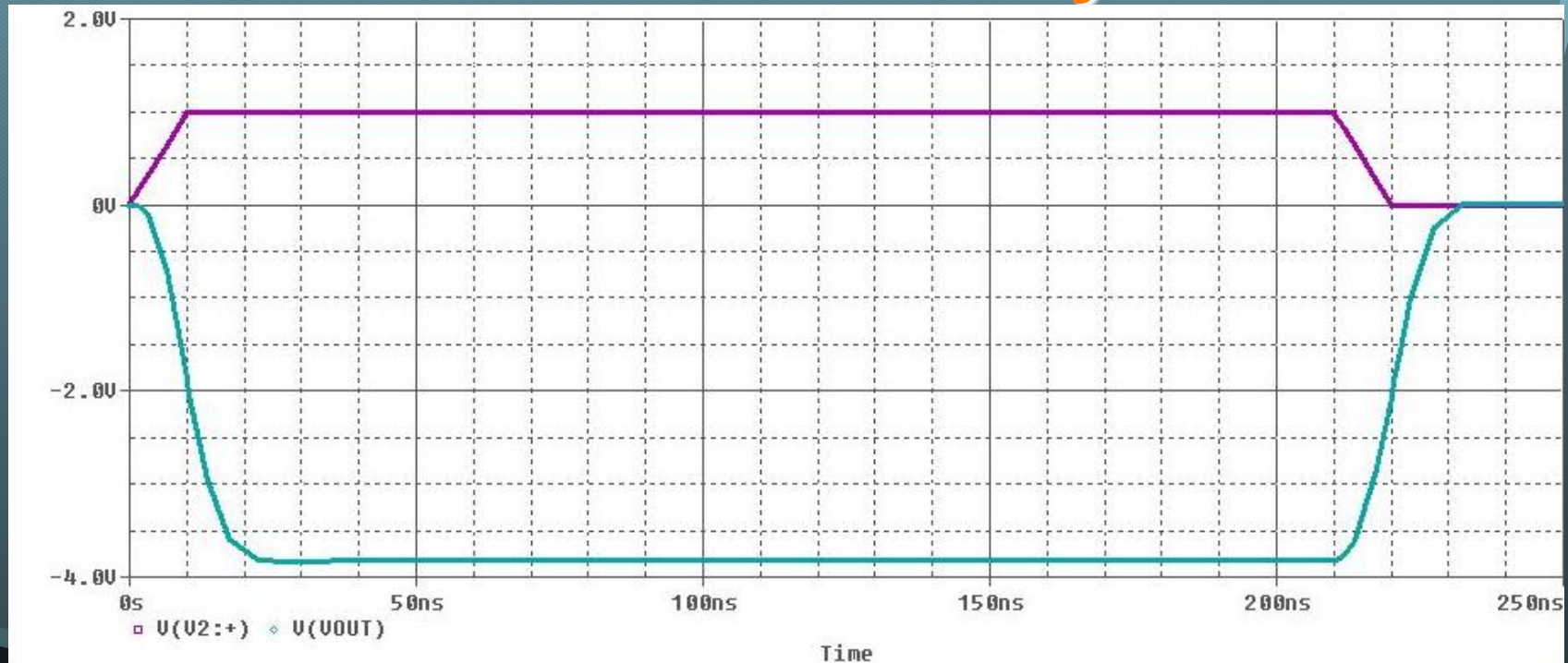
- Simulazione di un preamplificatore con BJT
- Studio del modulo e della fase

AC analysis

Nel grafico si osserva l'andamento del modulo e della fase



Transient analysis

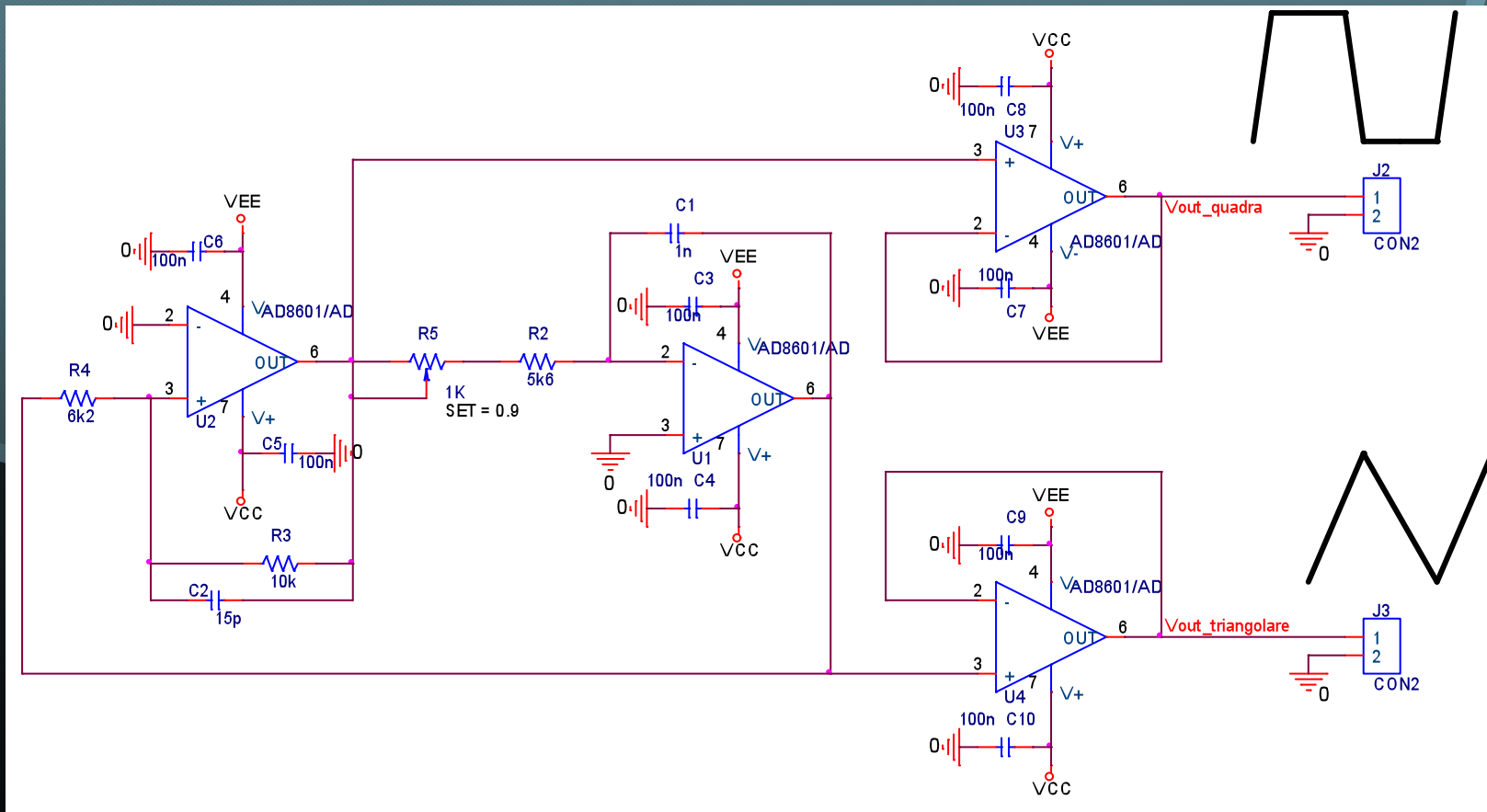


Measurement Results			
Evaluate	Measurement	Value	
☒	Risetime_NoOvershoot(V(Vout))	12.52014n	

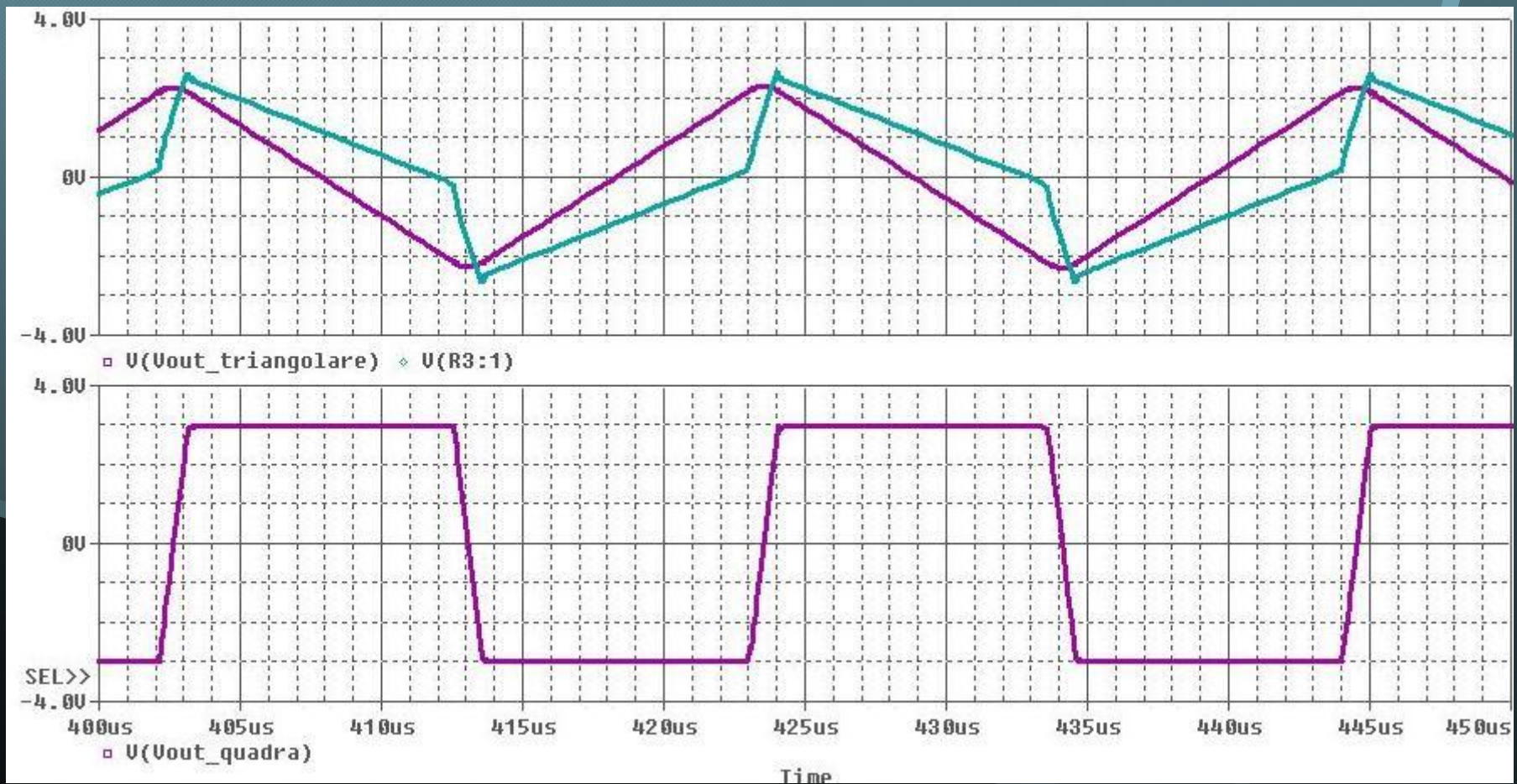
- Eccitazione dell'ingresso dell'amplificatore con un segnale a gradino
- Comportamento dell'uscita $G = 4$

Progetto finale

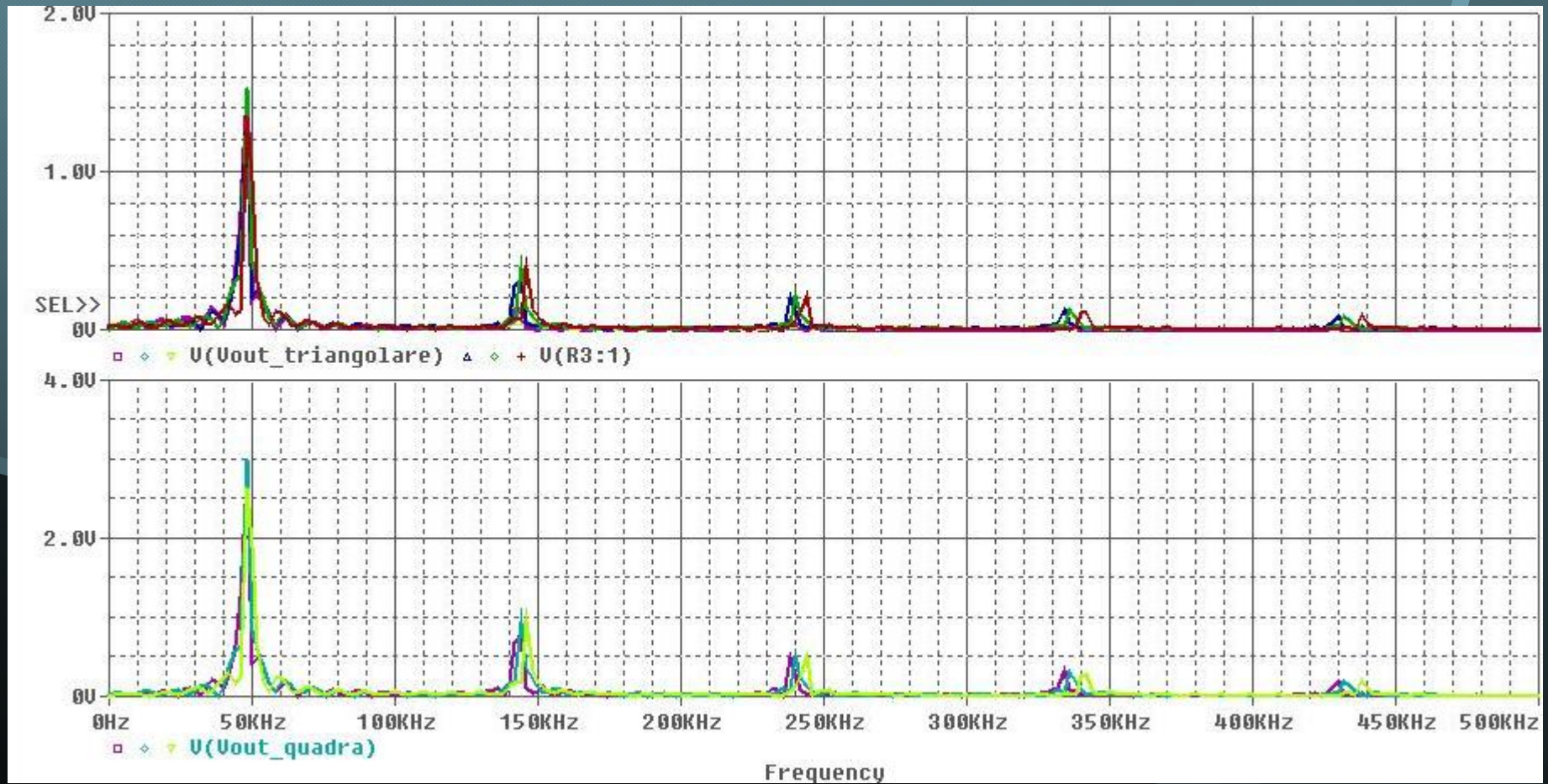
- Generatore di onda quadra e triangolare
- Studio della funzione di trasferimento



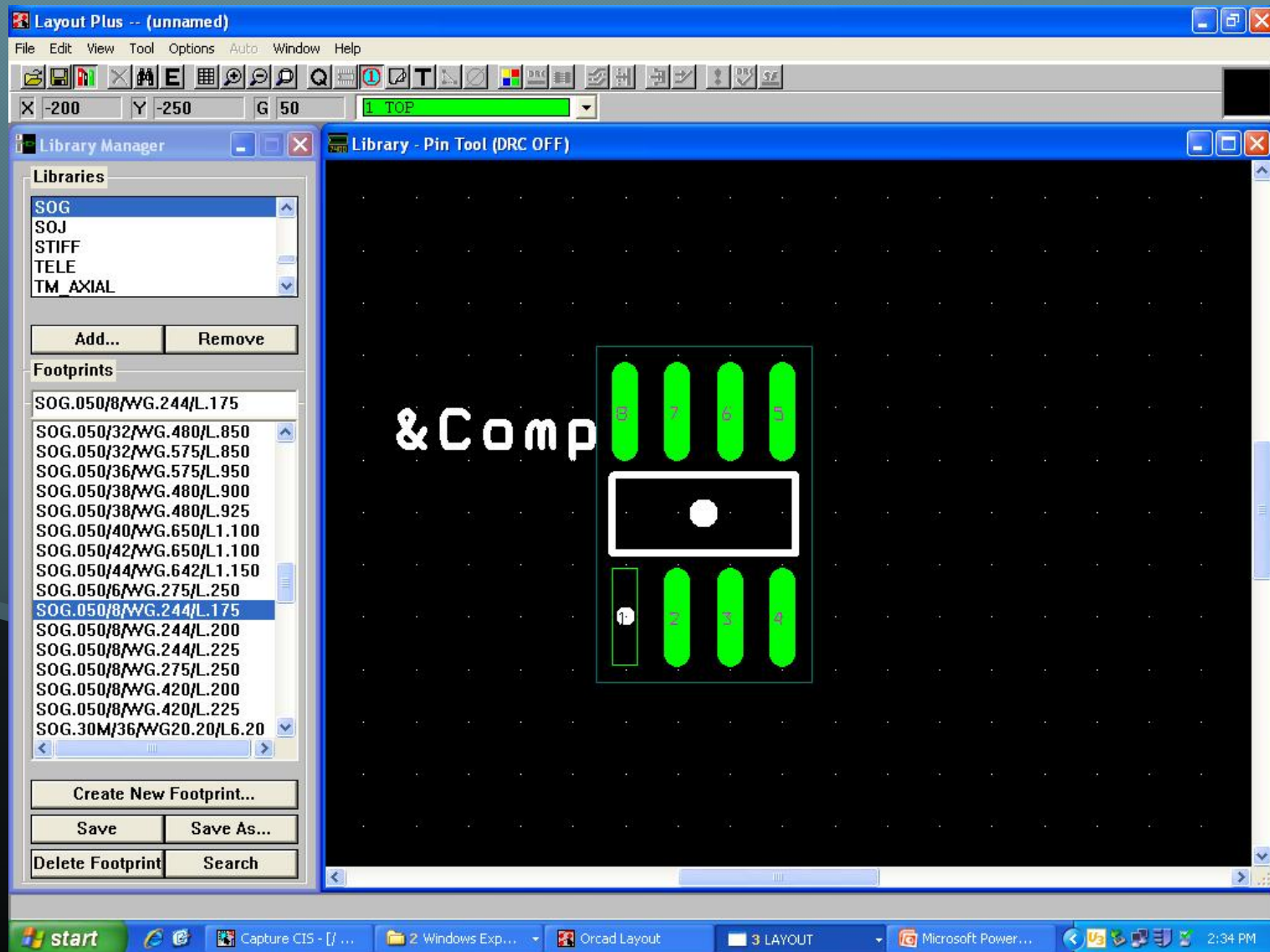
Progetto finale : Comportamento dell'uscita



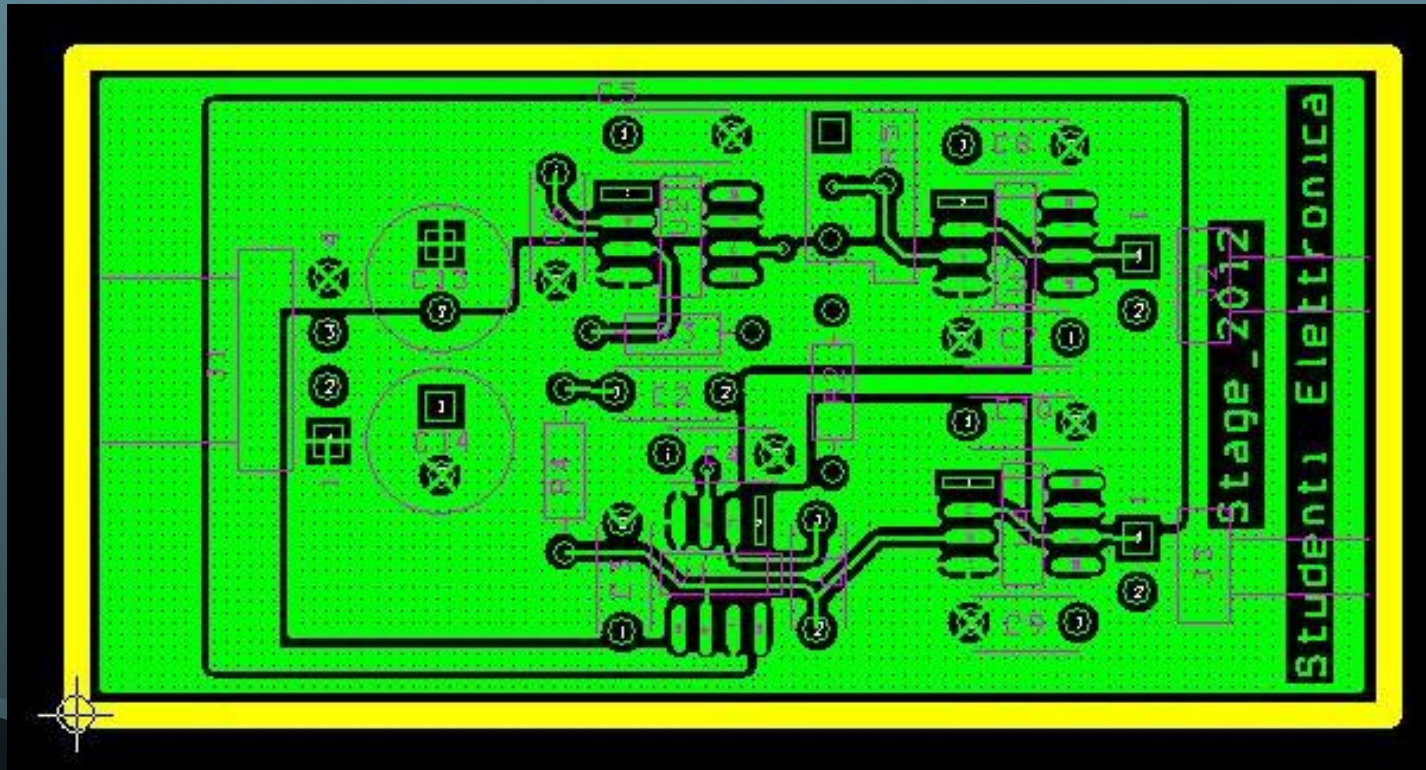
Progetto finale : FFT dell'uscita



Progetto finale : Componente fisico

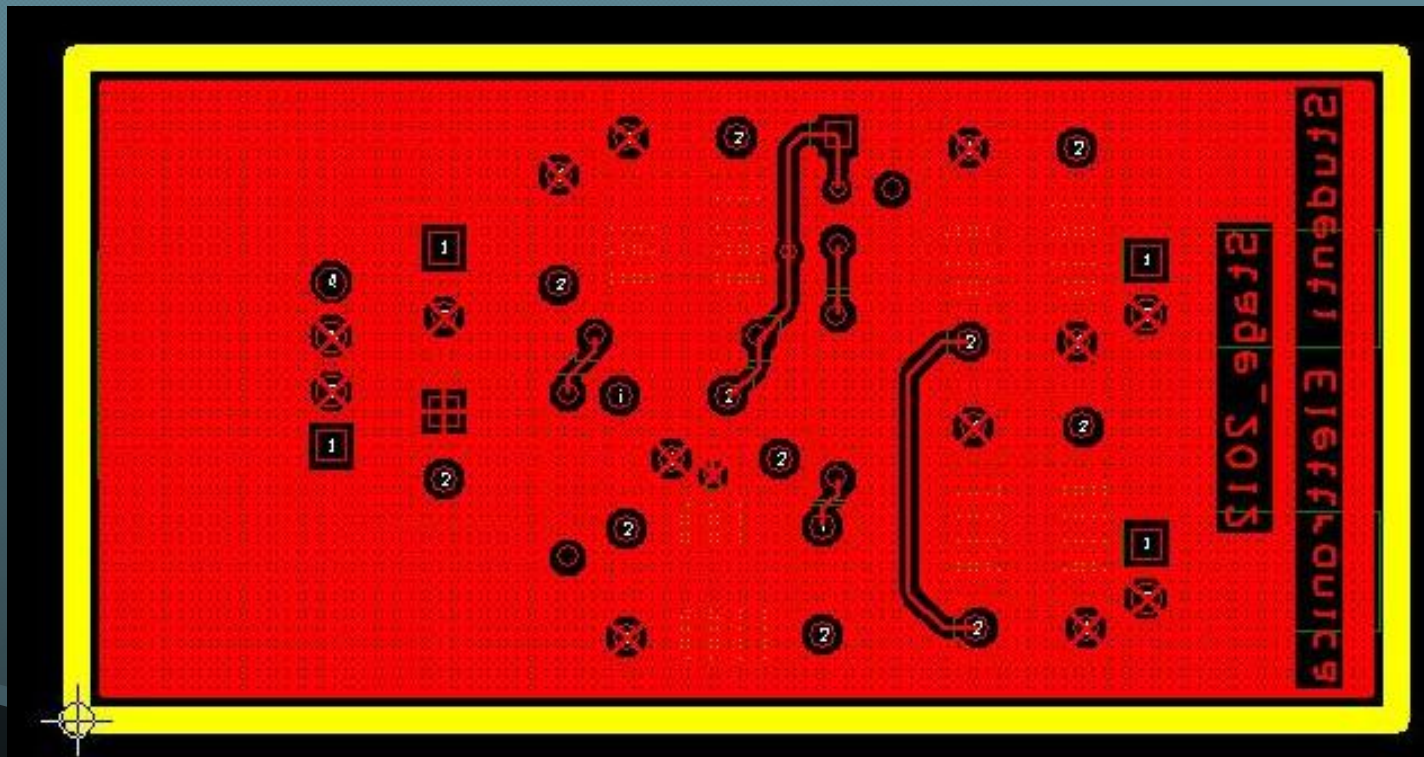


Realizzazione del layout



Layer TOP

Realizzazione del layout



Layer BOTTOM

Studenti partecipanti:

E. Ambrogi, M. Angeloni, M. Cara, D. Carlone,
S. Di Pietrantonio, S. Felici, F. Fusacchia,
D. Gabbanella, F. Manzara, L. Marini, E. Petroni,
A. Placinta, G. Potenziani, M. Proietto, F. Roiati,
L. Sciotti

Riconoscimenti

- All' organizzazione del SIS-Divulgazione, per l'efficienza dell' organizzazione e l' accoglienza;
- Al Professore Umberto Dosselli Direttore dell'INFN per la sua disponibilità allo svolgimento dei corsi;
- Ai nostri professori per essersi impegnati nella realizzazione dello stage.

TUTORI

Giovanni Corradi
Claudio Paglia