

STAGE ESTIVI RESIDENZIALI 2017



Simulazione elettronica analogica con Spice

**Progetto finale:
Alimentatori Lineari e Switching**

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.

Indice:

Funzioni generali del simulatore

Tipologie di analisi possibili con Spice:

- DC Operating point (bias point)
- DC Sweep
- Temperature Sweep
- Transient Analysis
- AC Analysis
- Parameter Sweep

Progetti finali:

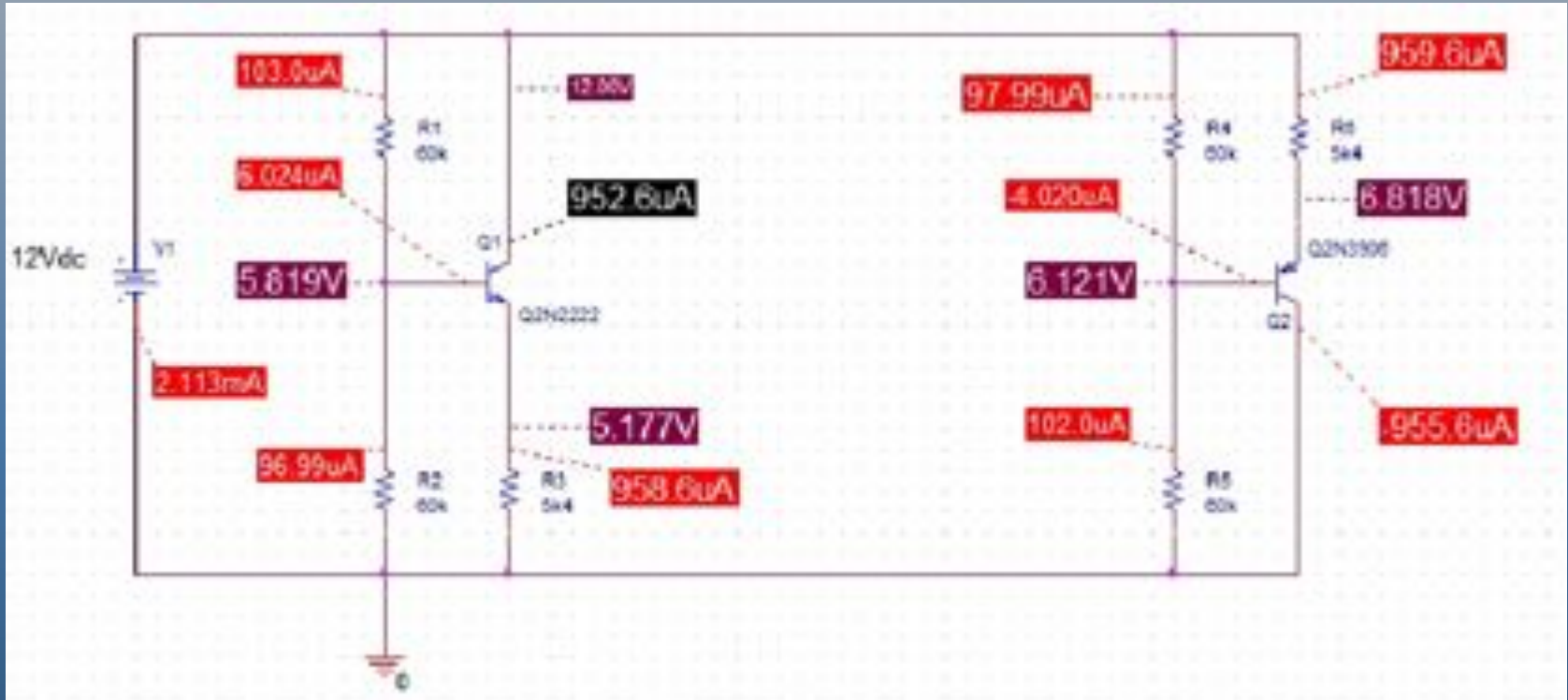
- Alimentatore lineare stabilizzato
- Alimentatore switching

DC operating point (bias 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.

DC operating point (bias point):



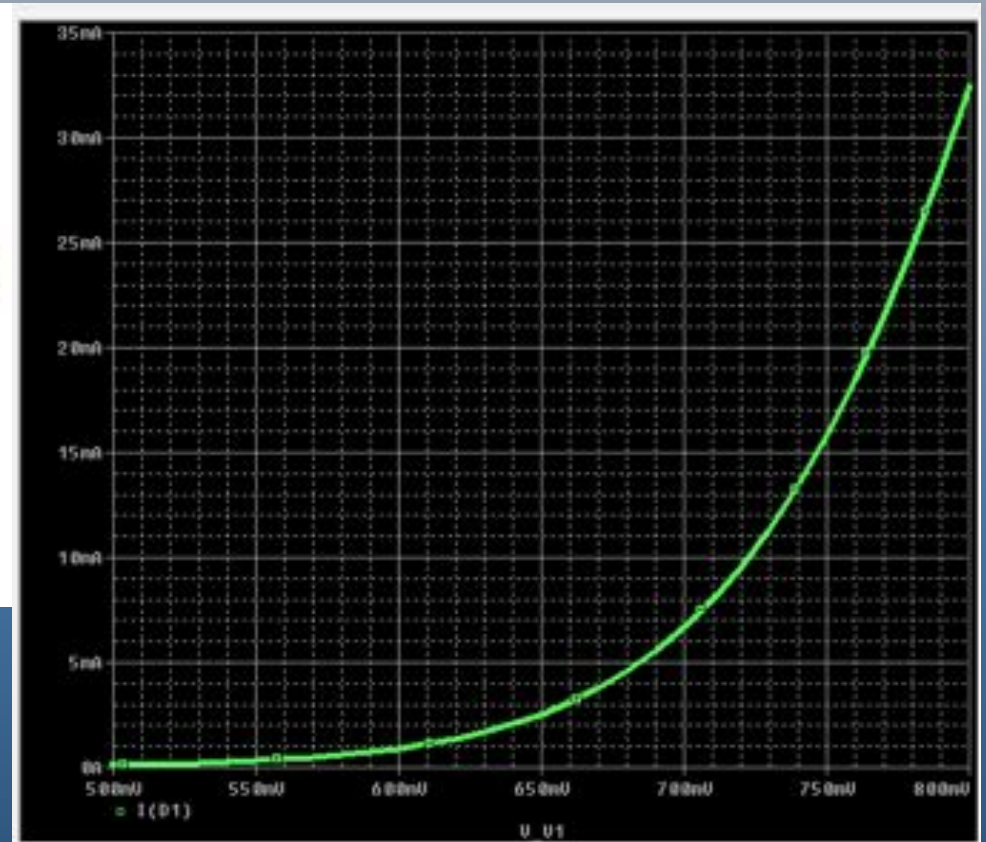
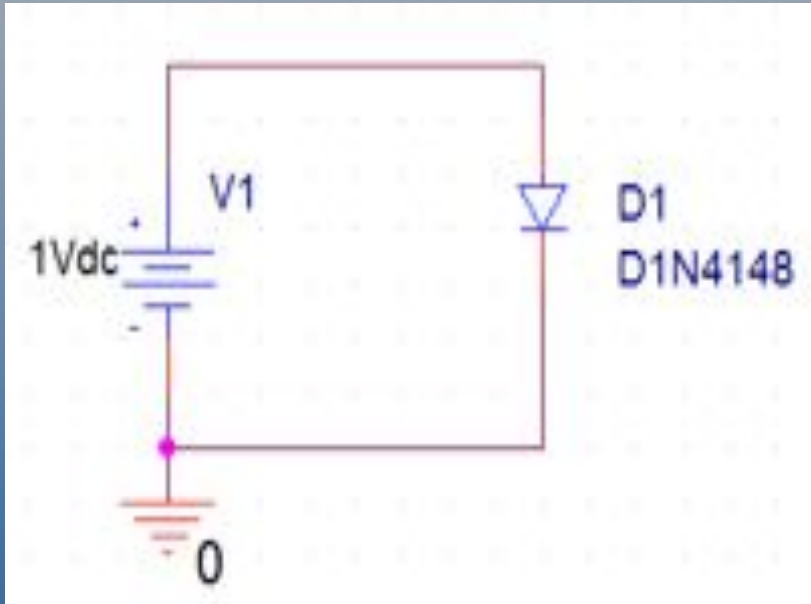
Si notino nello schema di due amplificatori le tensioni e le correnti di polarizzazione.

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:

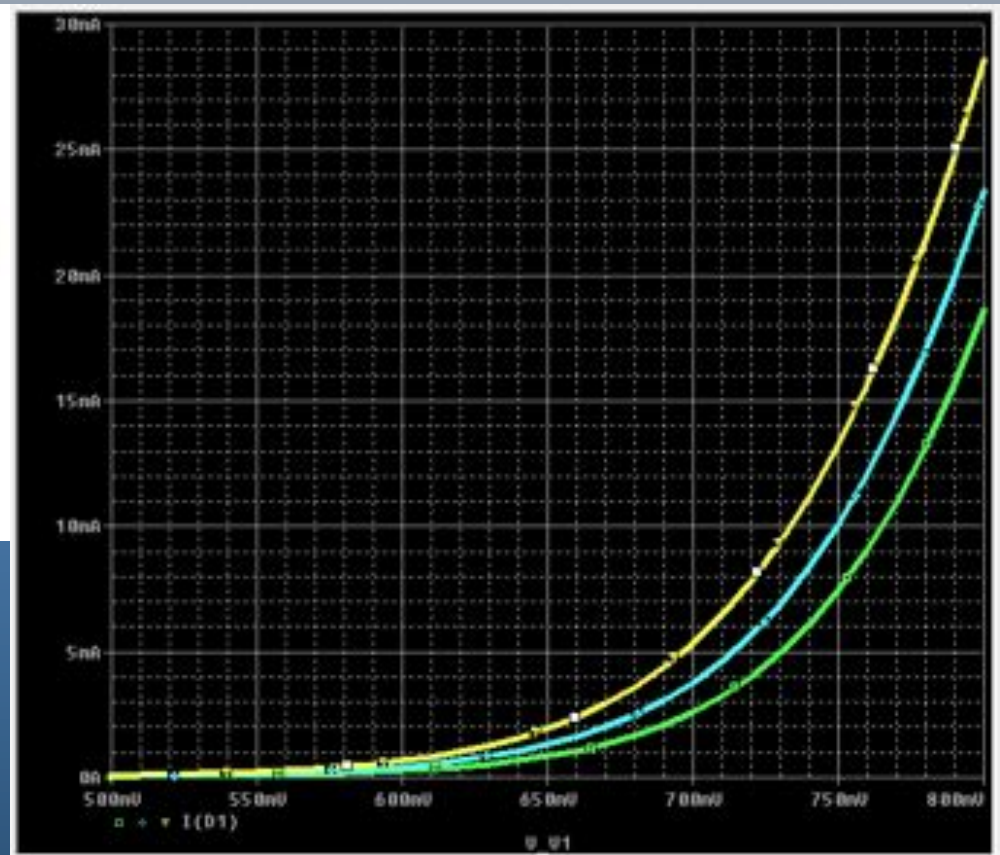
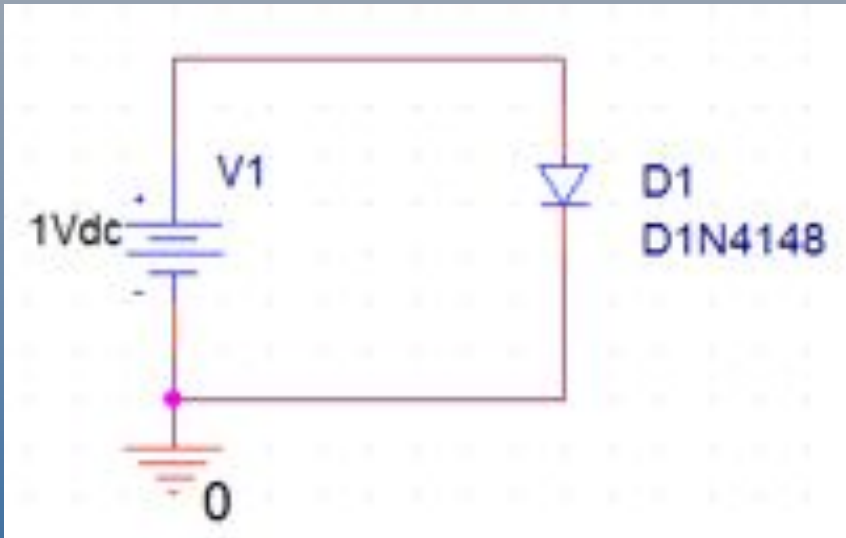
- l'andamento esponenziale della corrente nel diodo;
- la tensione di accensione = 0,6 Volt;
- ad ogni incremento di V_T (25mV) I_D raddoppia.

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



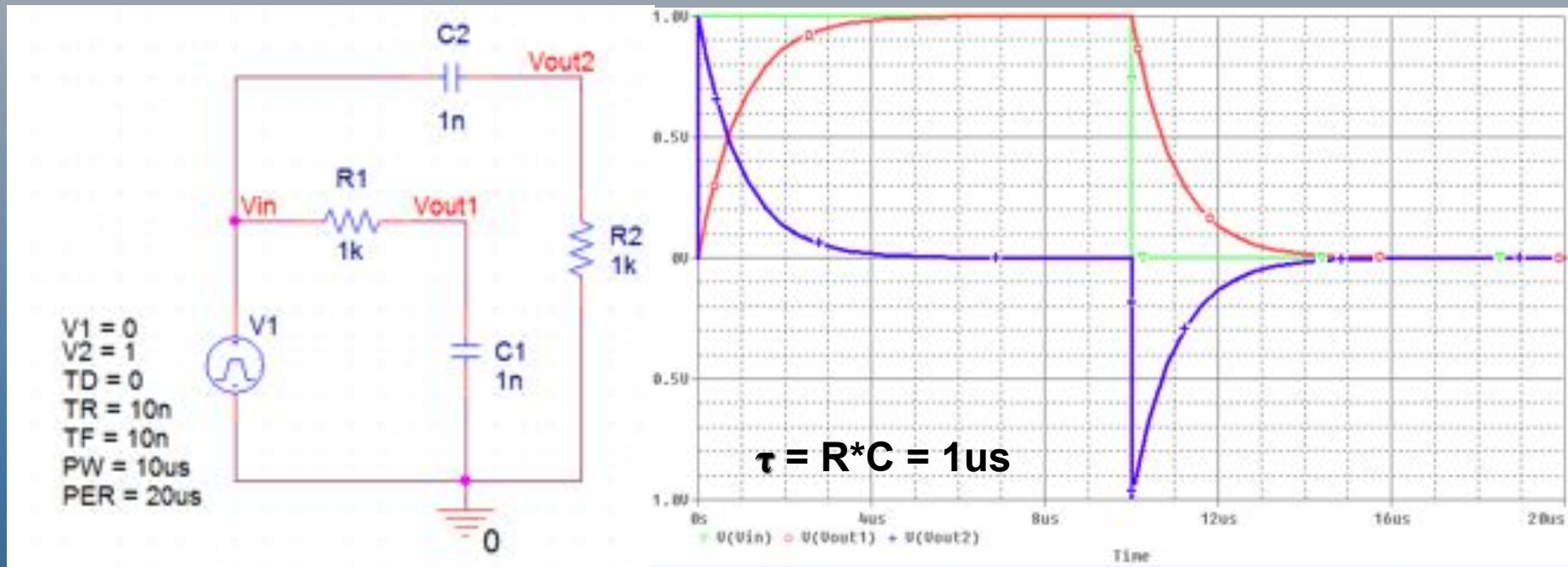
Variando la temperatura si ottengono diverse caratteristiche del diodo, infatti la tensione di giunzione, diminuisce di circa 2.2mV per grado centigrado.

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.

Transient analysis

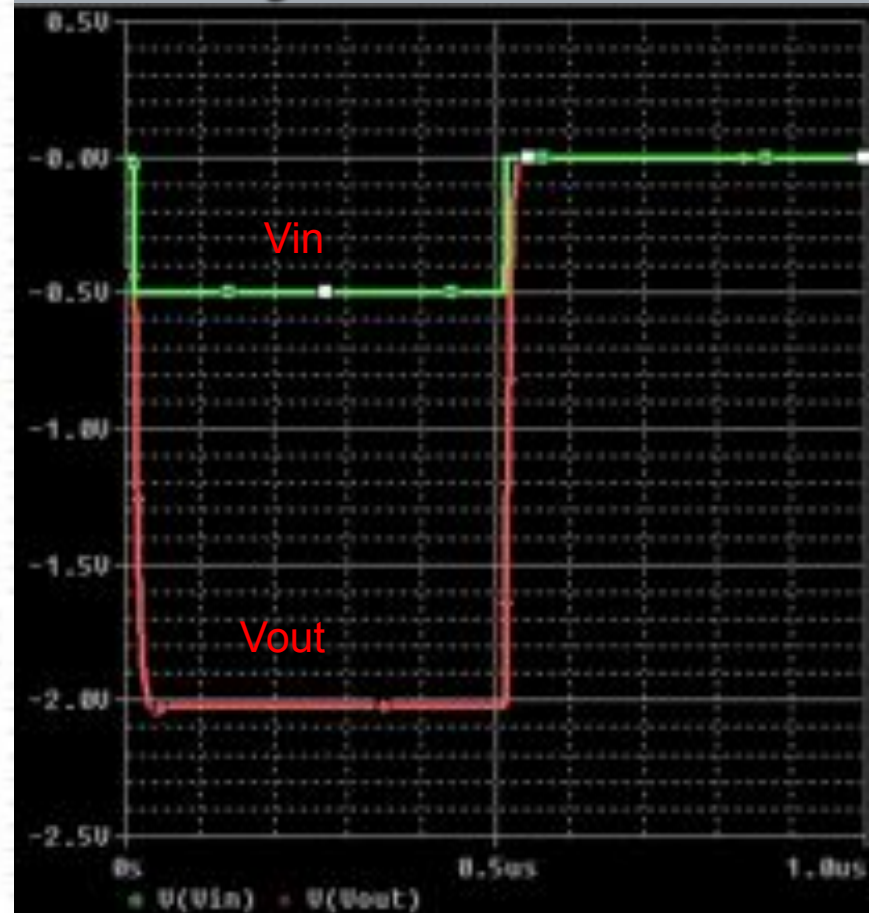
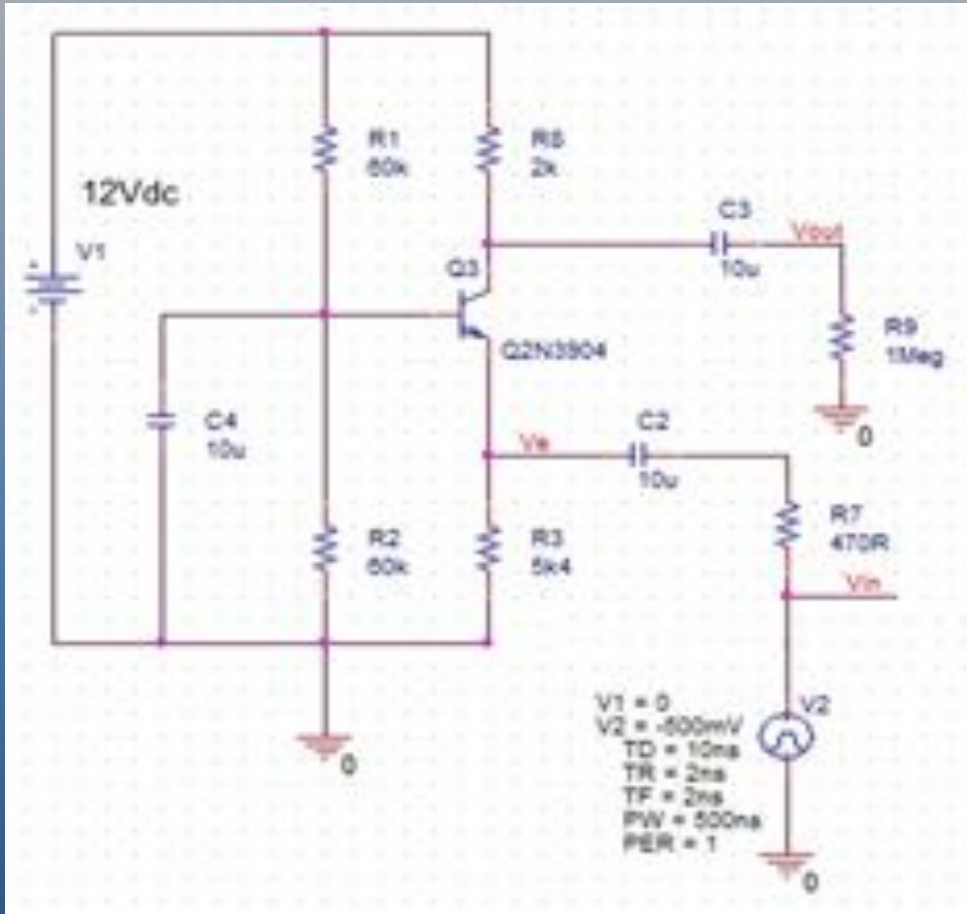


Studio della risposta al gradino di un RC (passa-basso, Vout1) – CR (passa-alto, Vout2).

Si osserva che il comportamento del passa-basso è opposto al passa-alto, τ (il prodotto fra R e C) definisce il tempo che impiega il condensatore a caricarsi al 63% della tensione finale.

Il completo caricamento del condensatore avviene praticamente dopo 5τ .

Transient analysis



Studio di un amplificatore a base comune con guadagno dinamico = 4
(praticamente a $R8 / R7$)

Il tracciato è analogo a quello di un oscillografo reale adoperato per
verificare che $V_{out} = 4 * V_{in}$

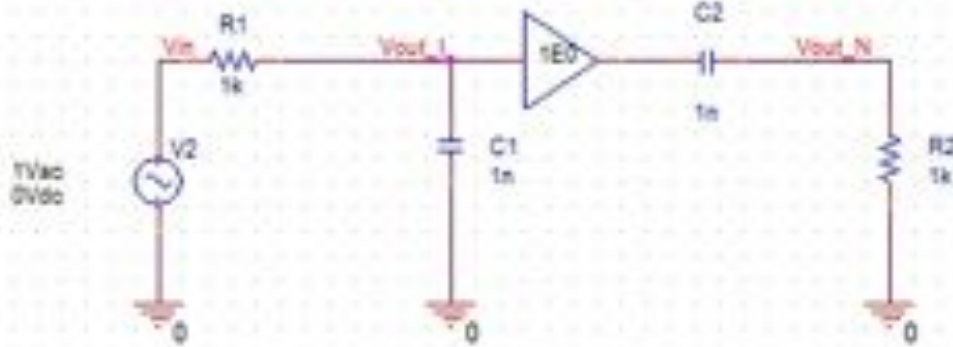
AC analysis

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.

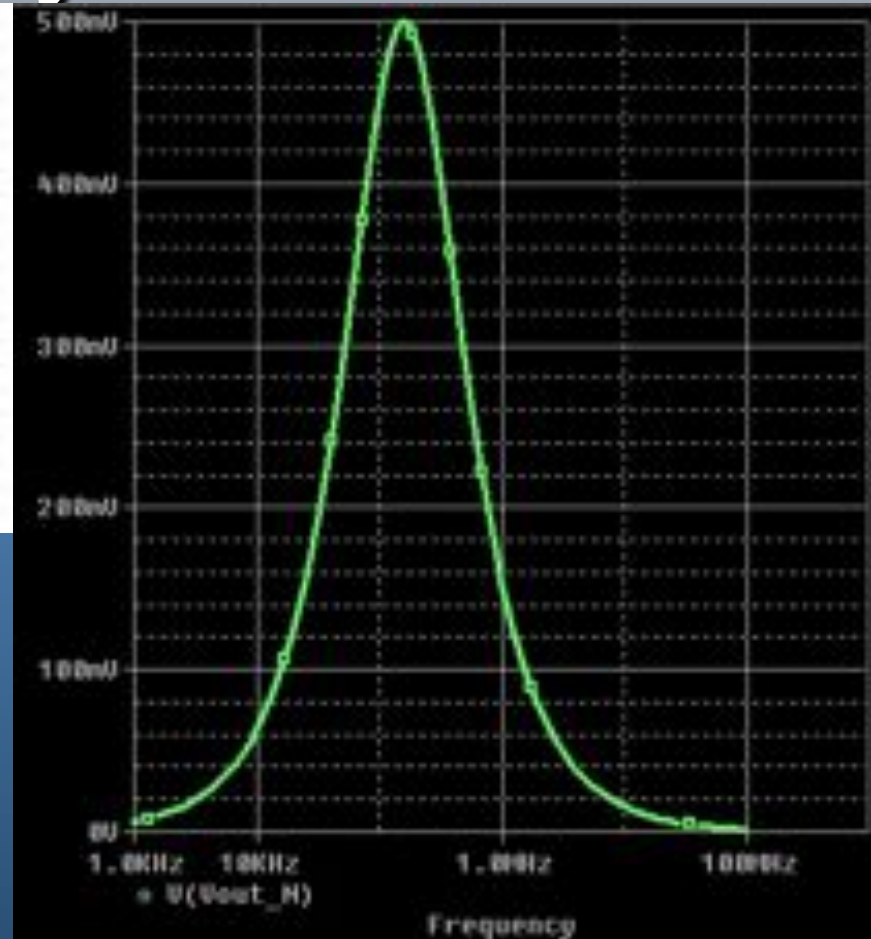
La sorgente genera un segnale sinusoidale la cui frequenza varia in un range definito dal progettista.

AC analysis

$$T = 1K * 1n = 1\mu s$$

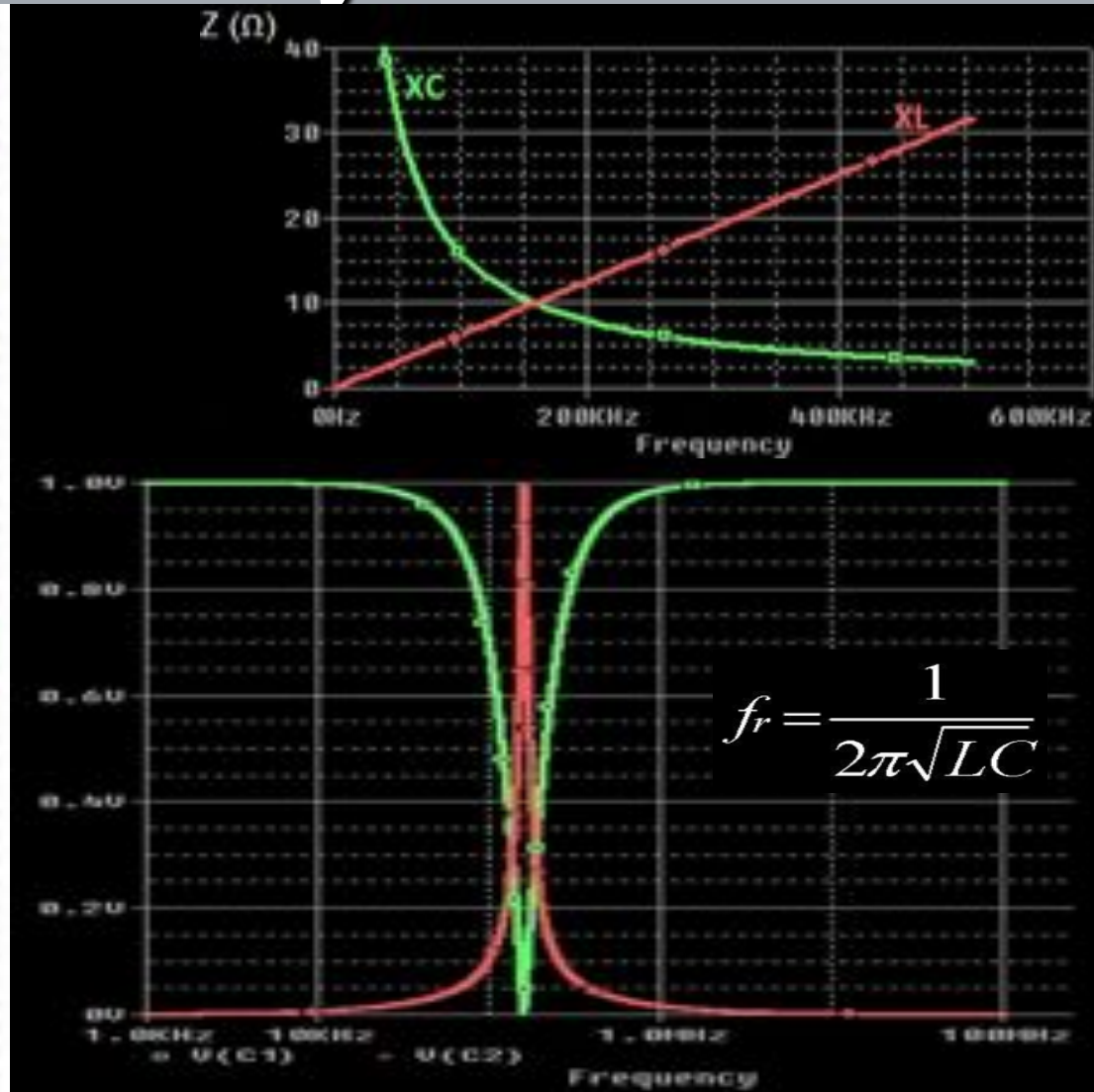
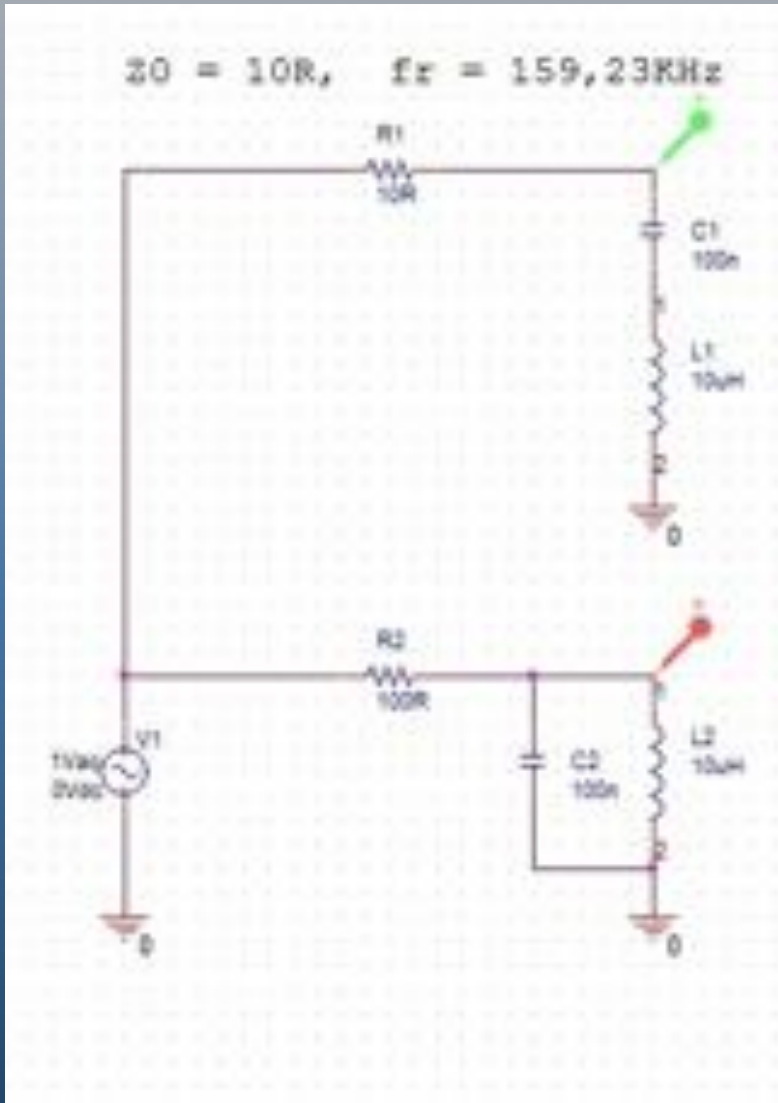


Frequenza d'incrocio $\approx 628\text{KHz}$



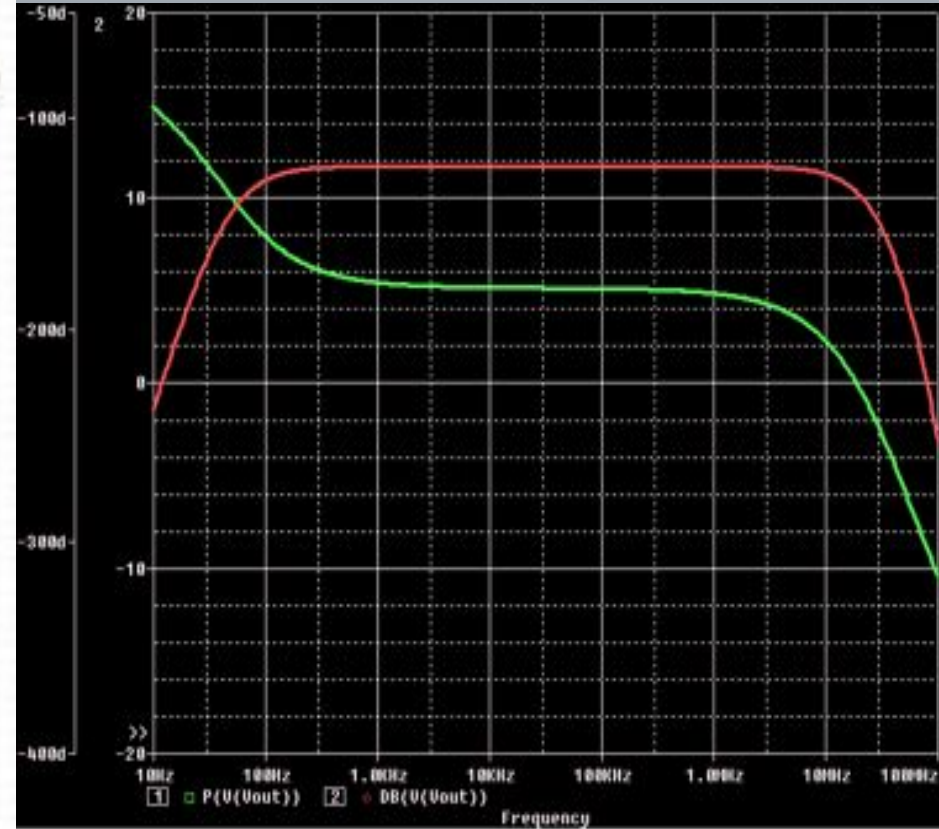
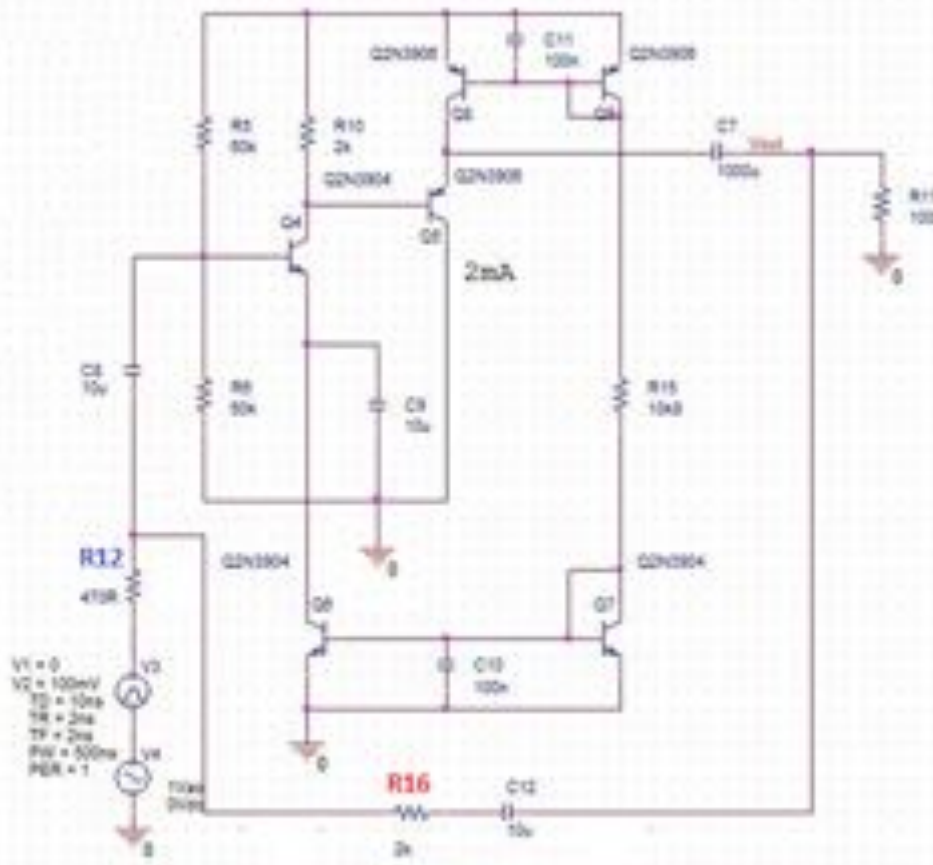
Analisi in frequenza di un circuito passa banda.

AC analysis



Simulazione di circuiti risonanti RLC

AC analysis



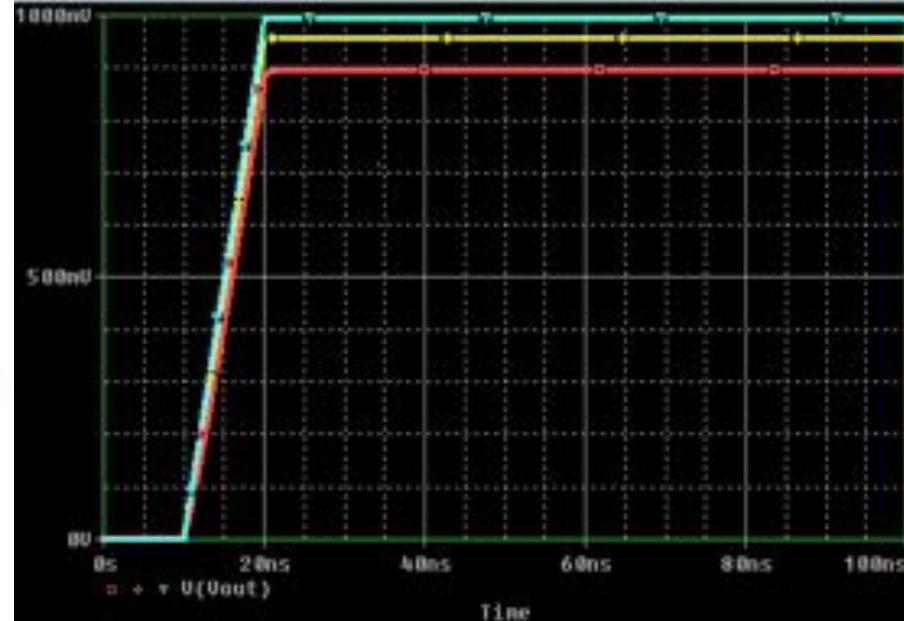
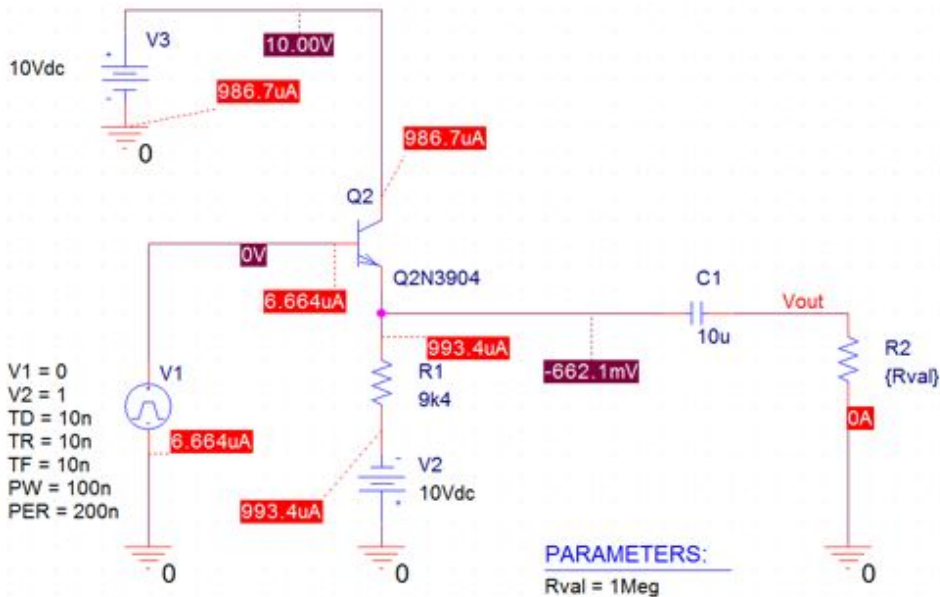
Nel diagramma si osserva l'andamento V_{out} in modulo (circa 12dB, ovvero guadagno = 4 e fase -180°) nella banda di lavoro di un amplificatore reazionato a BJT e stabilizzato in temperatura: lo schema è assimilabile a quello di un amplificatore operazionale dove R_{12} è la resistenza d'ingresso, R_{16} è la resistenza di feedback.

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

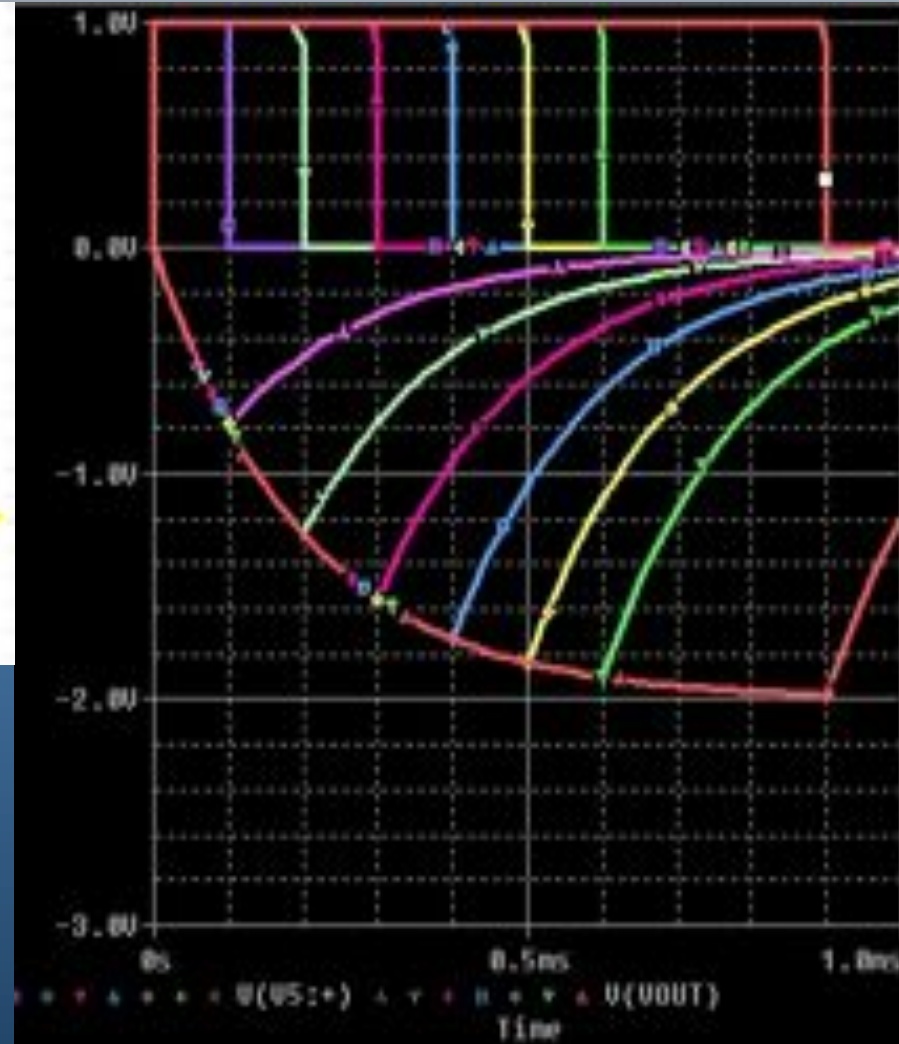
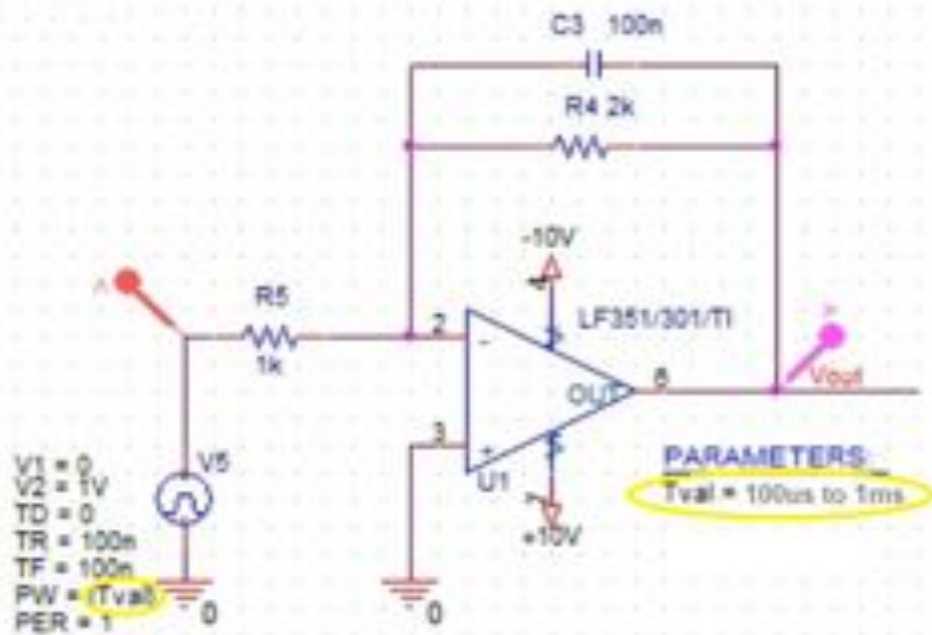


Abbiamo verificato che la transconduttanza $g_m = \Delta I_C / K T = 40 \text{ mA/V}$ a 1mA di polarizzazione statica, dimostrando così che tutti i semiconduttori al silicio si comportano nello stesso modo.

Resistenza vista all'emettitore = $1/g_m$

$K T = k * T / q = 25.3 \text{ mV}$ dove k è la costante di Boltzmann (1.38×10^{-23} joules/K), T è la temperatura assoluta in gradi Kelvin, q è la carica dell'elettrone (1.6×10^{-19} coulombs)

Parameter sweep



Andamento dell'uscita di un integratore attivo.

Funzione di trasferimento con variazione dell'impulso all'ingresso

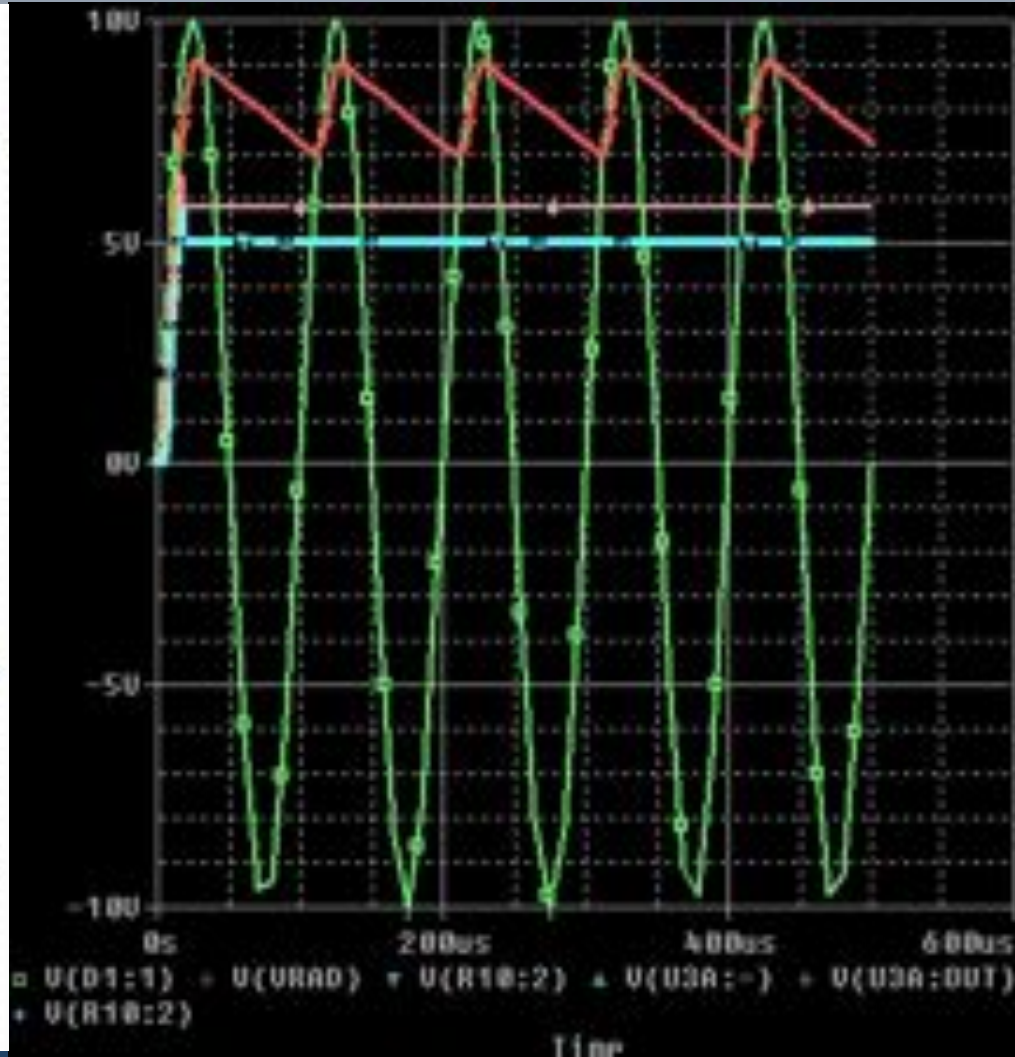
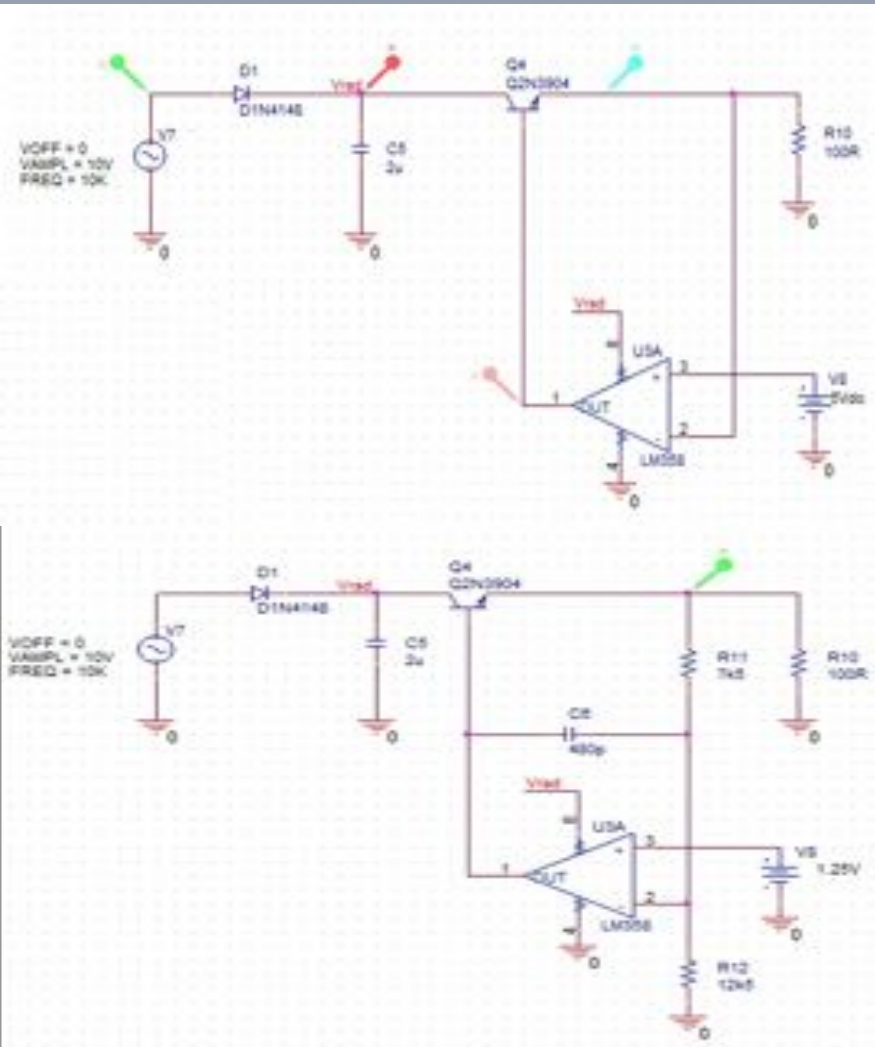
PROGETTO CONCLUSIVO

Alimentatori Lineari e Switching

Francesco Camilli - Federica Rizzo

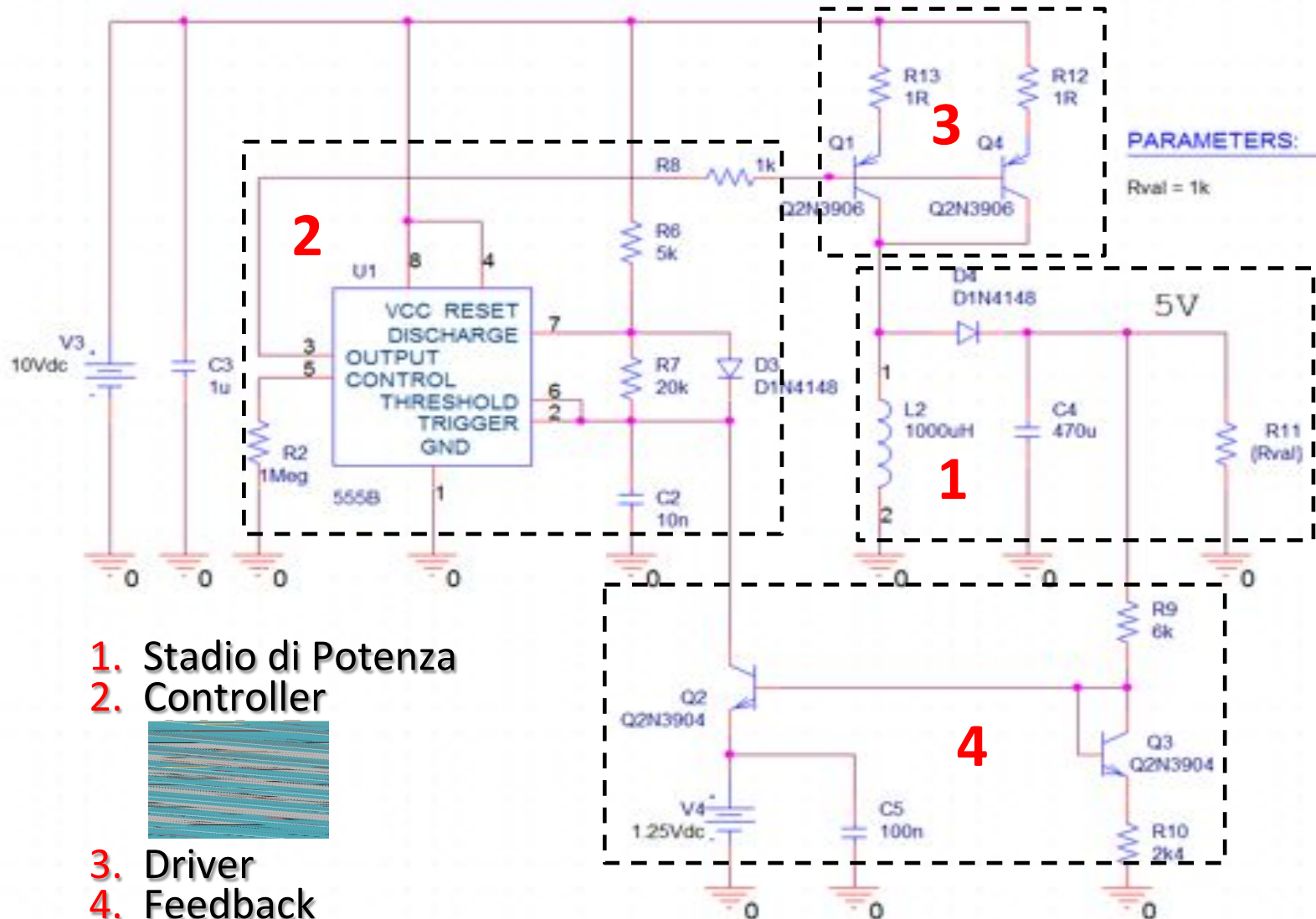
PROGETTO CONCLUSIVO

Alimentatore lineare

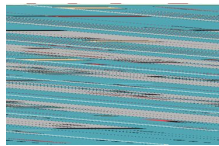


PROGETTO CONCLUSIVO

Alimentatore Switching



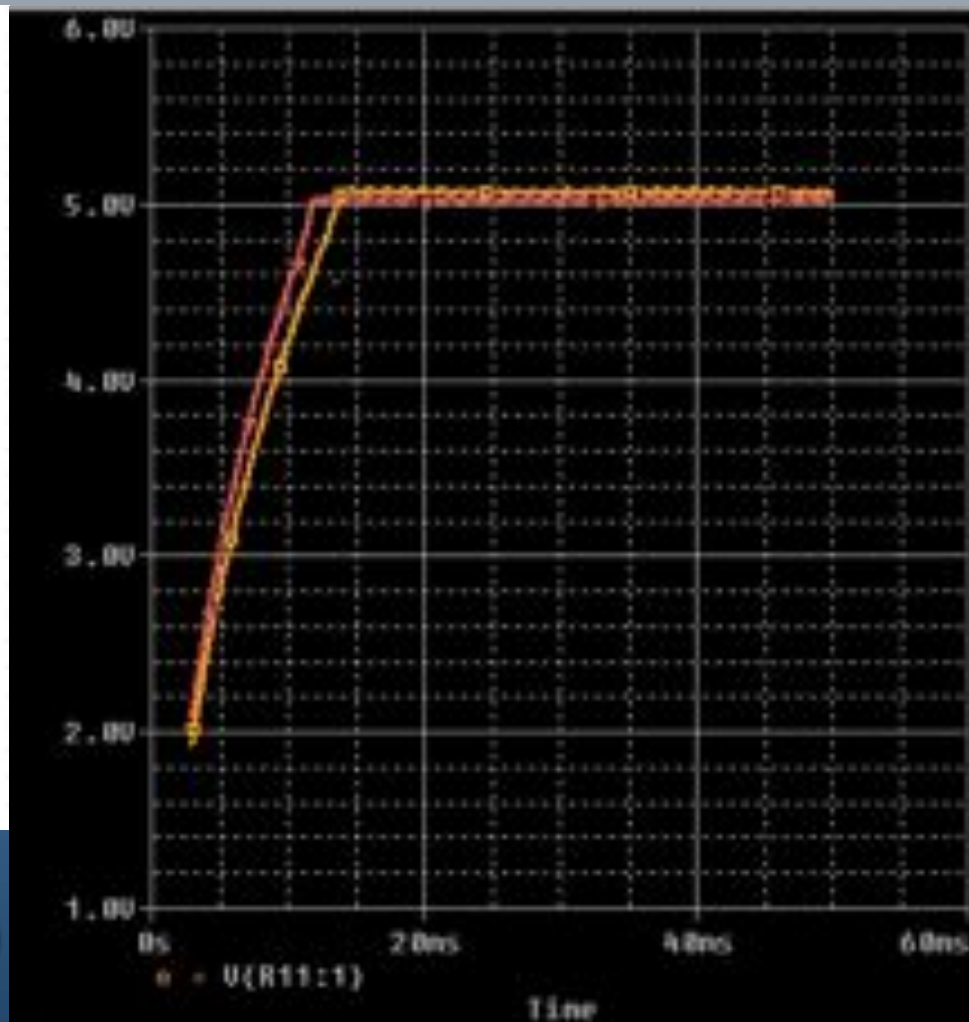
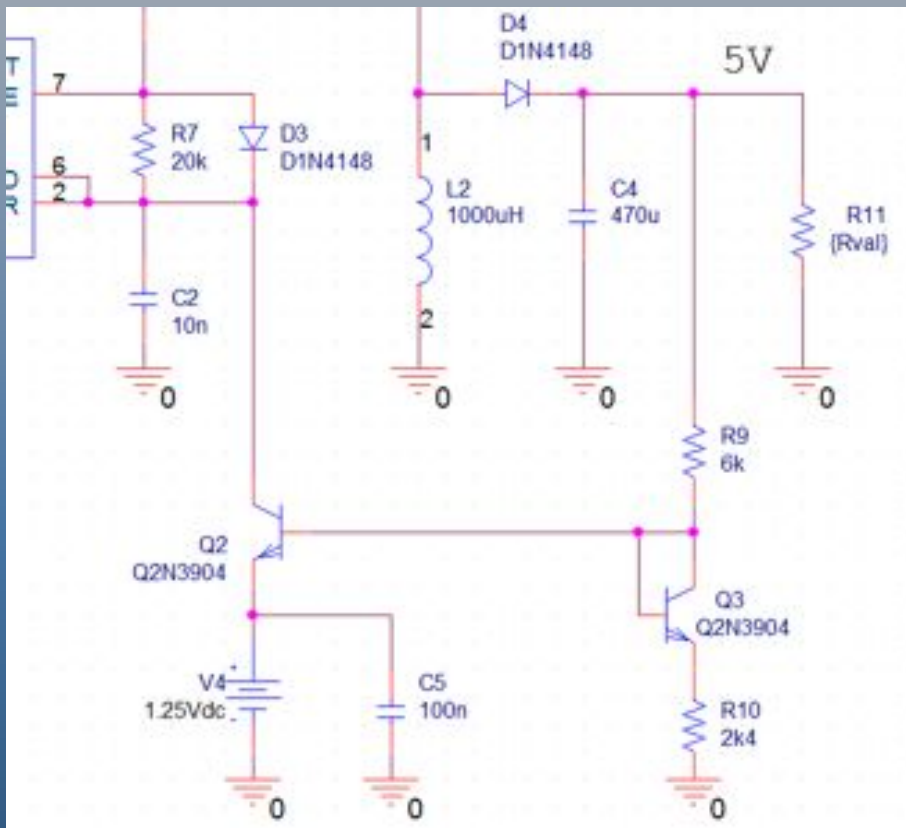
1. Stadio di Potenza
2. Controller



3. Driver
4. Feedback

PROGETTO CONCLUSIVO

Alimentatore Switching

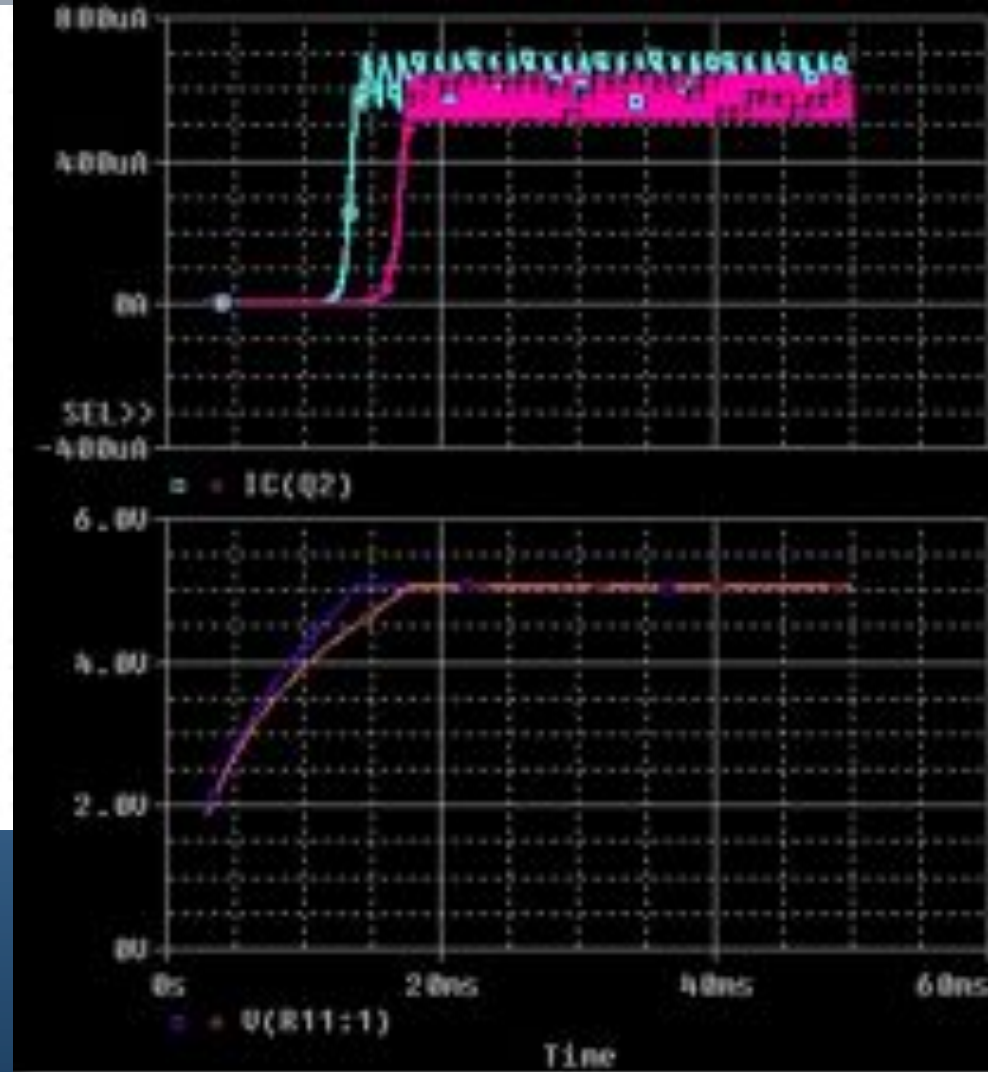
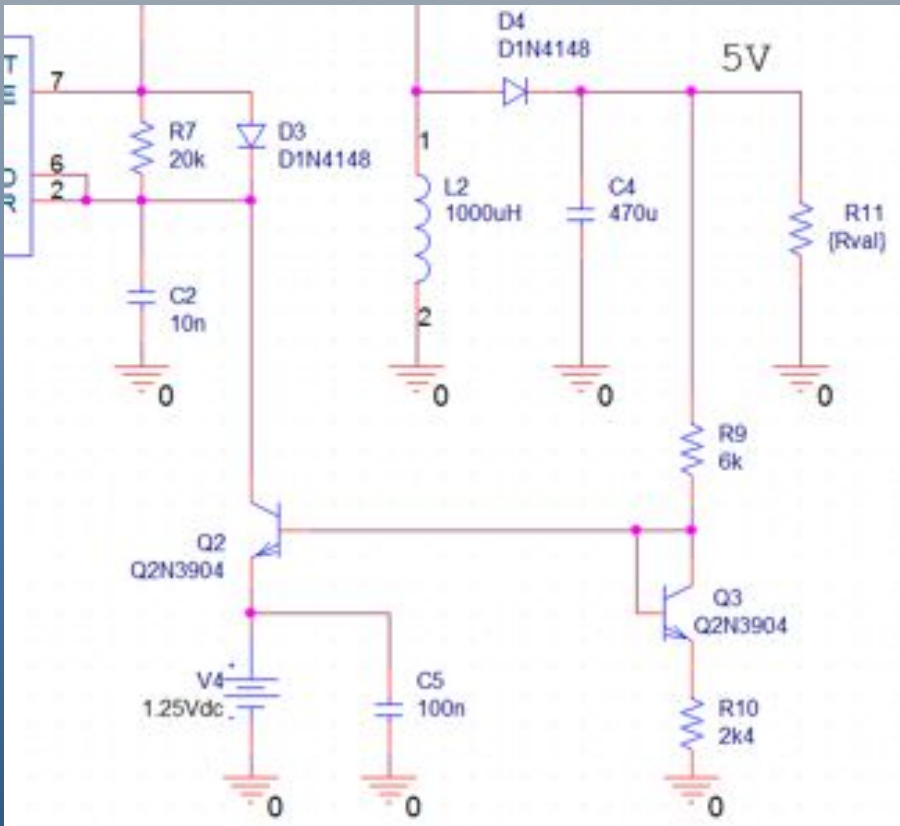


Uscita stabilizzata in tensione (5V)

Analisi della risposta alle variazioni termiche (25° e 50°C)

PROGETTO CONCLUSIVO

Alimentatore Switching



**Comportamento alle
variazioni di carico
(500R, 100R)**

Riconoscimenti

All'organizzazione del **SIS-Divulgazione**, per l'efficienza dell'organizzazione e l'accoglienza;

Al Dott. **Pierluigi Campana**, Direttore dei **Laboratori** Nazionali di Frascati dell'INFN, per la sua disponibilità allo svolgimento dei corsi;

Ai nostri tutori **Giovanni Corradi** e **Sergio Ceravolo** per essersi impegnati nella realizzazione dello stage.

Studenti partecipanti:

V. ABBAFATI, F. BONIFAZIO,
F. CAMILLI, D. CIUFFA, L. CRISCI,
L. FAGIOLO, V. FANTACCIONE,
F. FUOTI, R. MONTENEGRO,
U. OSIGWE, M. PASCUCCI,
A. PASSAQUIETI, T. PAVEL,
A. PETRUCCI, F. RIZZO

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Stage elettronica 2017