

Università degli studi di Firenze

Facoltà di ingegneria

Corso di laurea: Progettazione elettronica.

Gruppo: Elia Mazzuoli, Sabrina Martorana, Marco Montagni.

Data: 29/01/2009

Scopo dell'esercitazione: Dimensionamento ed implementazione della capacità reale di "schermatura" di un ipotetico circuito contenente un FPGA.

Software utilizzato: LTSpice 4.00.

Schema a blocchi della rete di alimentazione:

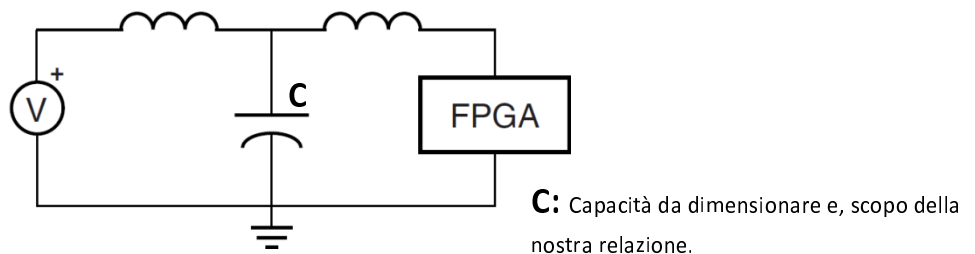


Figura 1: Schema alimentazione FPGA

Esperienza prima simulazione:

In molte applicazioni elettroniche, in particolare in quelle che fanno uso di dispositivi digitali c'è spesso la necessità di sopperire alle repentine richieste di potenza del carico da parte dello stadio di alimentazione. Raramente l'alimentatore (o la batteria) sono in grado di fornire tali caratteristiche, si ricorre allora ad una capacità in parallelo all'utilizzatore che fornisce la potenza richiesta scaricandosi quando necessario e, preservando l'alimentatore e le eventuali altre linee ad esso collegate da sbalzi di tensione e corrente.

Nel dimensionamento di tale capacità occorre fare attenzione ad alcuni importanti particolari:

1. Comportamenti parassiti introdotti dalla capacità stessa.
2. Comportamenti parassiti introdotti dal pcb (affacciamento dei livelli di alimentazione).
3. Frequenza di risonanza dell'impedenza totale e, frequenza di lavoro del dispositivo elettronico.

In laboratorio abbiamo simulato i circuiti di figura 2 con le loro componenti parassite (fornite in genere direttamente dal costruttore oppure ricavate in laboratorio) "vedi Tabella 1" ed abbiamo ottenuto i grafici di figura 3.

	Induttanza(Parassita)	Resistenza(Parassita)	Capacità(Nominale)	Generatore(Ideale)
Circuito 1	1,5nH	0,2 Ω	22nF	Vp=1V, f=1kHz
Circuito 2	1,8nH	0,06 Ω	220nF	Vp=1V, f=1kHz
Circuito 3	2,3nH	0,8 Ω	47 μ F	Vp=1V, f=1kHz
Simulazione AC	Frequenze: 1Hz – 10GHz, Passo: 1 Decade, Punti per decade: 100			

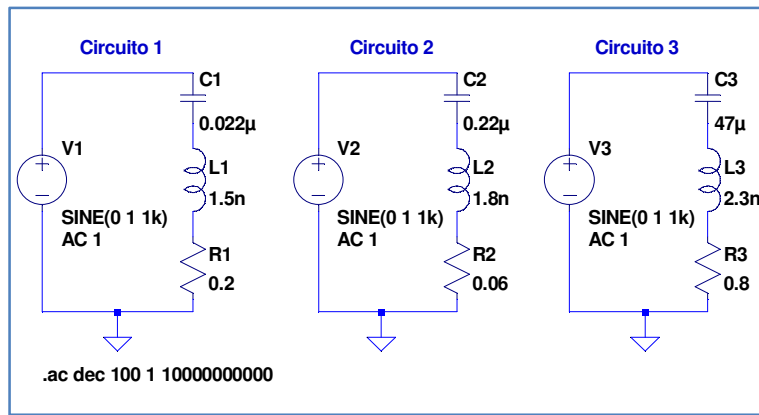


Figura 2: Schemi elettrici della prima simulazione

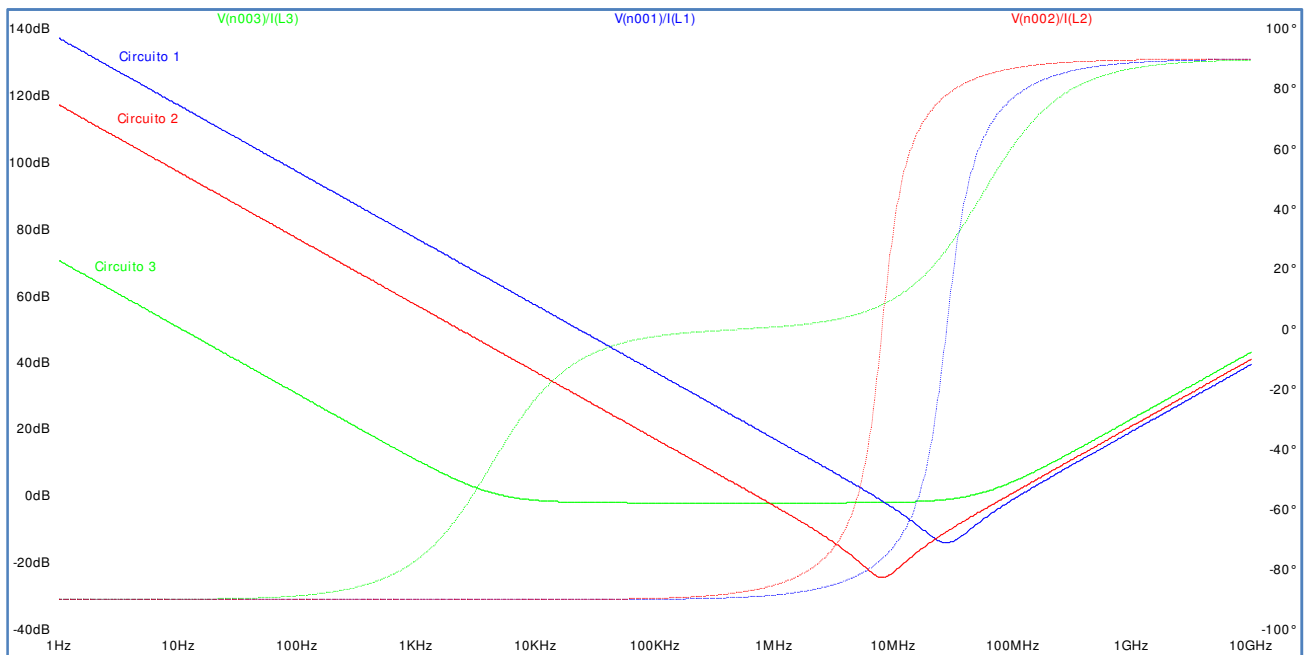


Figura 3: Grafico della prima simulazione

Si può notare come il comportamento capacitivo è limitato ad una gamma di frequenze non infinita ma che varia con la dimensione della capacità (a causa delle tecniche diverse di costruzione e, quindi di effetti parassiti con diversa entità). Dal caso limite di un condensatore elettrolitico di grande valore "Circuito1" fino a quello di uno ceramico di piccolo valore "Circuito3".

Osservazioni sul grafico:

Abbiamo osservato come le diverse tecnologie di costruzione influenzino la frequenza di risonanza e, quindi di conseguenza la migliore o peggiore attitudine a lavorare in alte frequenze. Utilizzando la formula per la frequenza di risonanza è possibile valutare le varie zone di comportamento per le capacità.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

	F di risonanza	Comportamento dominante C ⁽¹⁾	Comportamento dominante R ⁽¹⁾	Comportamento dominante L ⁽¹⁾
47µF(nominale)	484kHz	0Hz-2,22kHz	15kHz-17MHz	87Mhz-Infinito
220nF(nominale)	8Mhz	0Hz-2,26Mhz	7,980Mhz-8,020Mhz	24Mhz-infinito
22nF(nominale)	27,7Mhz	0Hz-13,17Mhz	27,65Mhz-27,75Mhz	53Mhz-infinito

(1): I valori sono ricavati manualmente dal grafico della simulazione e sono **puramente indicativi**.

Esperienza seconda simulazione:

Per avere un buon trasferimento di potenza al carico occorre una grande capacità (condensatore elettrolitico) che possa lavorare ad una frequenza prestabilita anche alta (capacitore ceramico). In casi applicativi quindi si unisce l'effetto di questi due dispositivi per ottenere una grande capacità alla frequenza di lavoro desiderata. Cosa non realizzabile con i due componenti separati.

Per sommare i due comportamenti abbiamo messo in parallelo vari rami su ognuno dei quali è presente una diversa capacità e, attraverso la simulazione dei circuiti di figura 4 abbiamo ottenuto i grafici di figura 5.

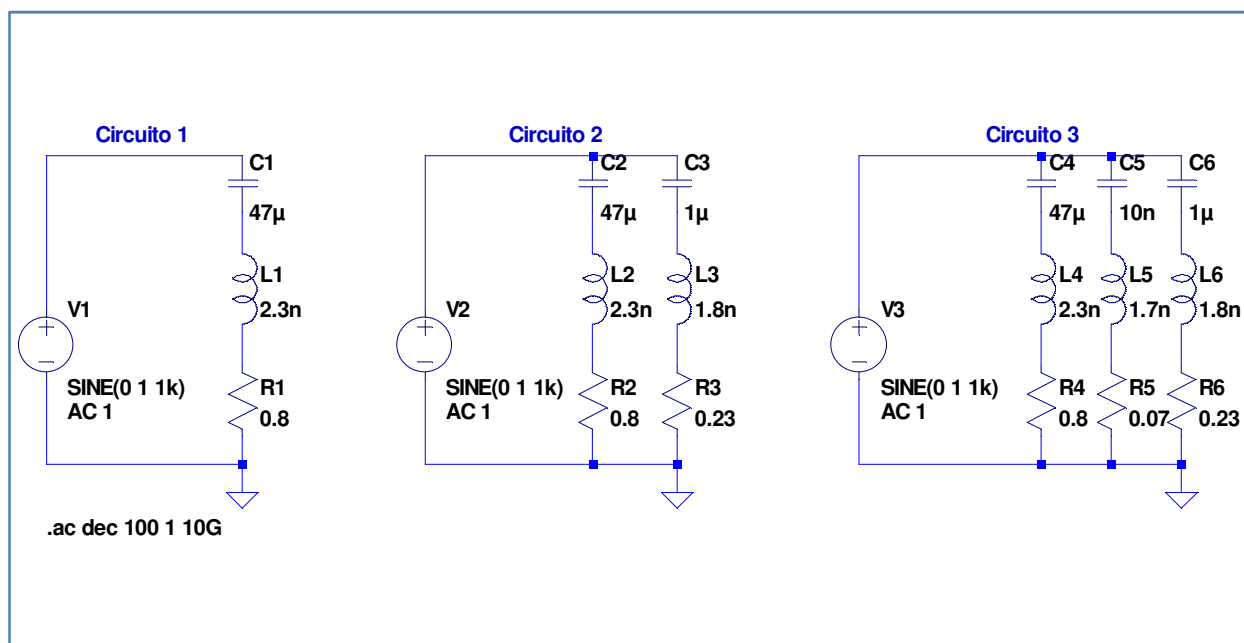


Figura 4: Schemi elettrici della seconda simulazione

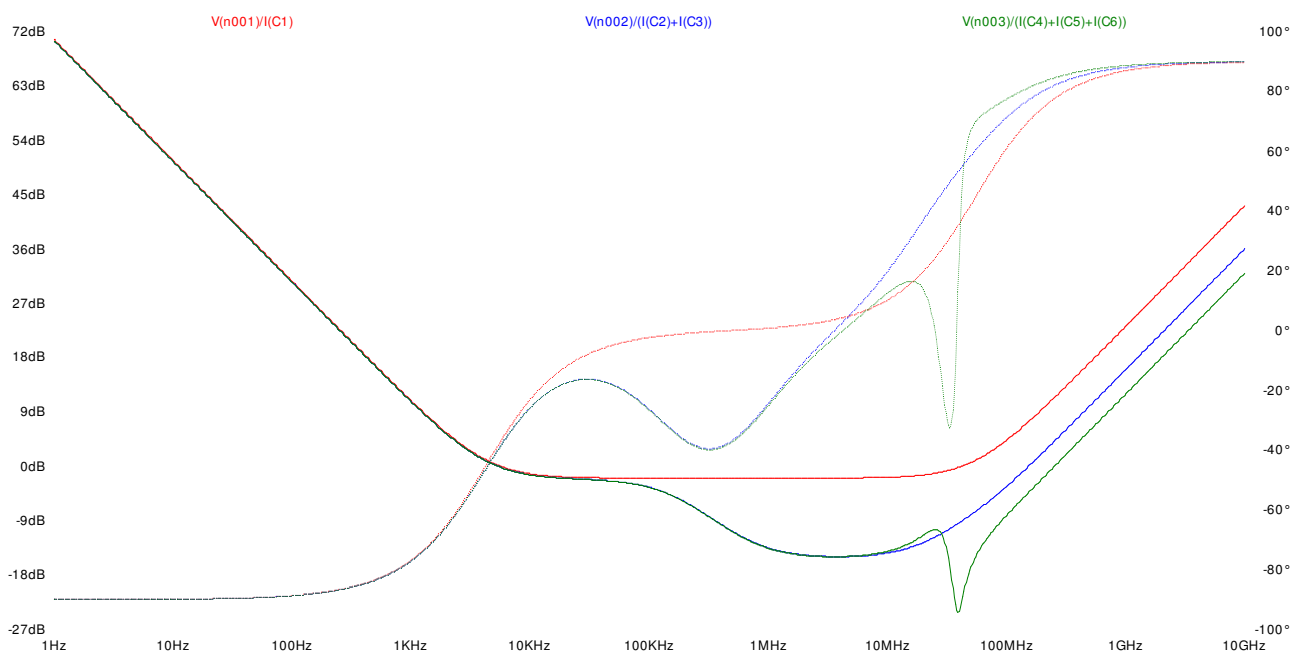


Figura 5: Grafico della seconda simulazione

Da questi risultati possiamo vedere che aggiungendo un ramo costituito da una capacità più piccola delle precedenti possiamo spostare il comportamento capacitivo anche ad una più alta frequenza di lavoro senza però tuttavia variare significativamente il valore della capacità iniziale (infatti i valori delle capacità da aggiungere in parallelo sono praticamente trascurabili una volta sommati a quella maggiore).

Osservazioni sul grafico:

Abbiamo osservato come diventa indispensabile per applicazioni di precisione con frequenze di lavoro molto alte (e fissate a priori) disporre dei valori degli effetti parassiti dei componenti da utilizzare. La capacità di accoppiamento dell'alimentazione di un componente integrato è quindi un punto importante per la progettazione di circuiti stampati complessi.

Esercitazione 2:

Scopo dell'esercitazione: Misurazione di resistenze create con la tecnologia a film spesso e, tarate con la tecnica del "Laser Trimming".

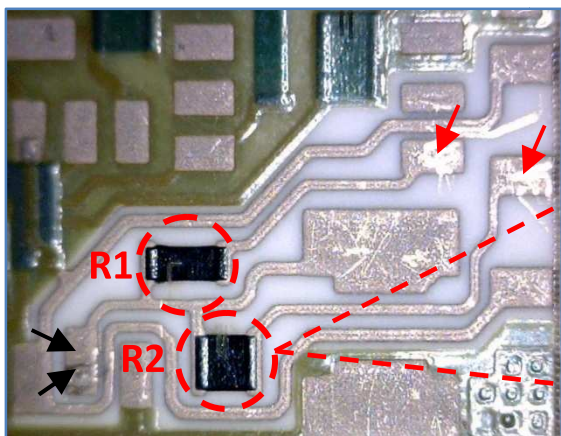


Figura 7: Circuito di prova

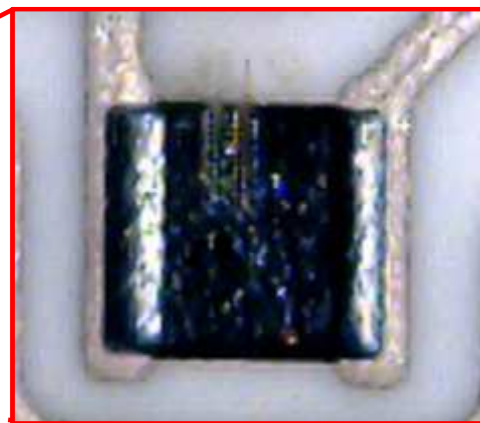


Figura 6 particolare: Trimming al laser

In questa esperienza ci è stato fornito un circuito di prova sul quale sono state realizzate varie resistenze con la tecnologia a film spesso figura 7. Abbiamo quindi misurato il valore di due di queste resistenze poggiando i puntali dove indicato figura 7. Una volta effettuate le due misurazioni abbiamo confrontato i valori con quelli della classe con i risultati visibili nella tabella sottostante.

Gruppo	R1	R2
1	241,6 k Ω	989,87 Ω
2	240,3k Ω	990 Ω
3	243k Ω	988 Ω
4	240,2k Ω	1022 Ω
5	240k Ω	990 Ω
6	241k Ω	980 Ω
7	240k Ω	990 Ω
8	242.3k Ω	994,83 Ω
9	241.4k Ω	989 Ω
10	239k Ω	990 Ω
11	239k Ω	990 Ω
12	242.3k Ω	988 Ω

Osservazioni:

Calcolando la media e l'incertezza dai precedenti risultati si ottiene i seguenti valori per le due resistenze

- **R1:** 240,84 \pm 0,8%
- **R2:** 991,81 \pm 1,7%

Quelli ottenuti sono ottimi valori di tolleranza se paragonati ai valori dei componenti commerciali (10%, 5%, 1%). Possiamo concludere quindi che la taratura computerizzata al laser permette di ottenere livelli di accuratezza molto buoni, aumentando in questo modo le prestazioni dei circuiti su cui sono realizzate.