

# “SIMULTANEOUS SWITCHING NOISE” IN CIRCUITI ELETTRONICI DIGITALI

G.L. Giuliattini Burbui<sup>1</sup>, T. H. Hubing<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Ingegneria Elettrica  
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna  
Viale del Risorgimento 2, I-40136 Bologna

<sup>2</sup>Dept. of Electrical and Computer Engineering  
Clemson University

310 Fluor Daniel Bldg., Clemson, SC 29634-0915, USA

L'utilizzo sempre più frequente di circuiti digitali nei circuiti elettronici ha evidenziato la necessità di stimare in modo preciso la forma d'onda della corrente di segnale nei circuiti stessi al fine di predire le emissioni elettromagnetiche, la diafonia ed il “power-bus noise” nei circuiti stampati.

T. Van Doren ha introdotto un semplice modello ad impulso triangolare per descrivere la forma d'onda della corrente di disturbo tra “power” e “ground plane” in circuiti con tecnologia CMOS per valutare le emissioni irradiate da PCB (printed circuit board) [1] come riportato in Fig.1. Questo modello è stato estensivamente utilizzato in letteratura (si veda [4]). Il modello triangolare si basa su parametri facilmente disponibili quali l'ampiezza ed il tempo di salita o discesa della forma d'onda di tensione. Tuttavia questo semplice modello non stima bene l'ampiezza delle armoniche più elevate che sono spesso molto importanti quando si cerca di stimare o modellare un problema di emissione irradiata. Oltre a questo, con l'avvento di modelli IBIS (Input/output Buffer Information Specification) [2] o ICEM (Integrated Circuits Electrical Model) [3], sono disponibili informazioni sulle impedenze di sorgente e carico dei singoli dispositivi. Si può quindi ottenere una più precisa forma d'onda della corrente a partire dalla forma d'onda della tensione.

La forma d'onda della corrente può essere stimata tramite un circuito RLC che rappresenta la porta di uscita del dispositivo CMOS ed il suo carico come mostrato nella Fig.2.

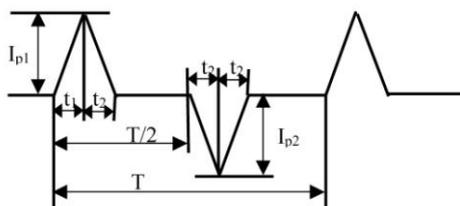


Fig. 1 Forma d'onda triangolare della corrente

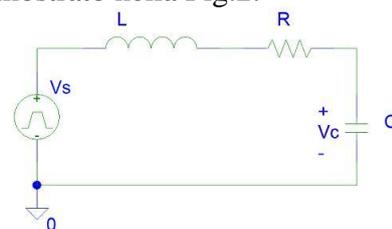


Fig. 2 Circuito equivalente RLC della porta di uscita di un CMOS e del suo carico

I parametri necessari per il modello RLC possono essere ricavati dai files IBIS o dai datasheets dei dispositivi e dalla geometria di connessione tra il dispositivo ed il carico. La corrente in uscita dal dispositivo è inoltre influenzata dal tempo di salita del dispositivo. Alle frequenze più elevate, il tempo di salita del dispositivo provoca una diminuzione rapida delle armoniche della corrente erogata dal dispositivo. L'involuppo dello spettro della corrente calcolato tramite modello RLC è applicato ad un Philips 74CX16244 IC driver, con 16 uscite in parallelo connesse a carichi differenti e guidato dall'uscita di un altro 74CX16244 IC driver.

Lo stesso modello è confrontato con misure sperimentali e con il modello proposto in [1], ed i risultati sono riportati nelle Fig. 3-6 per due diversi carichi. In tutti i casi esaminati [4], il modello RLC è in grado di stimare meglio del modello triangolare lo spettro della corrente, specialmente alle armoniche più elevate. In particolare il modello RLC prevede la diminuzione dell'involuppo dello spettro della corrente di  $-60$  dB/decade alle armoniche più elevate, mentre il modello triangolare prevede una diminuzione di  $-40$  dB/decade.

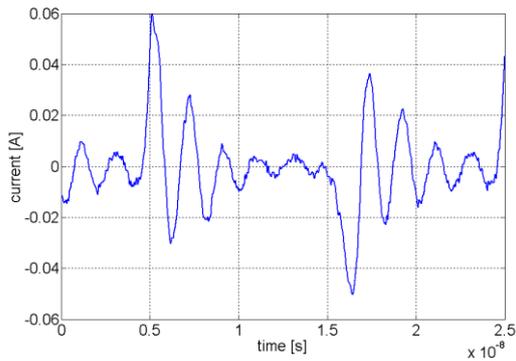


Fig. 3 Forma d'onda della corrente:  $C=10$  pF e  $R=5 \Omega$

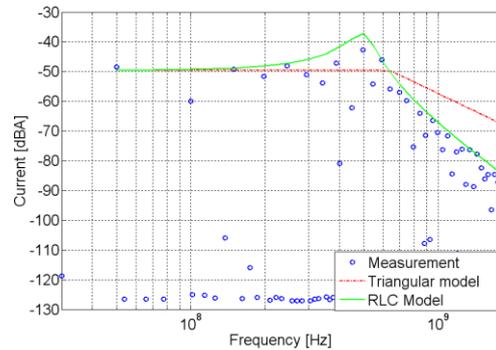


Fig. 4 Confronto tra spettro della corrente misurata, modello RLC e modello triangolare:  $C=10$  pF e  $R=5 \Omega$

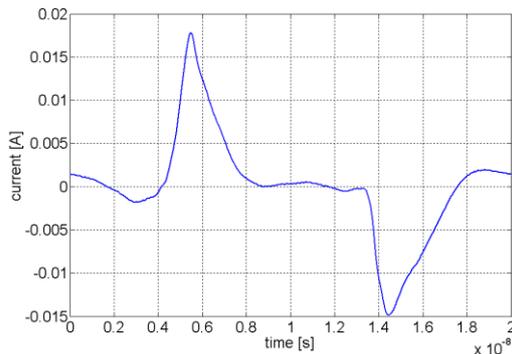


Fig. 5 Forma d'onda della corrente:  $C=10$  pF e  $R=100 \Omega$

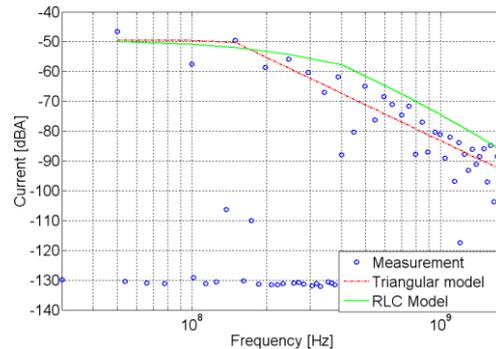


Fig. 6 Confronto tra spettro della corrente misurata, modello RLC e modello triangolare:  $C=10$  pF e  $R=100 \Omega$

## BIBLIOGRAFIA

- [1] T. Van Doren, "Expert System Power Bus Noise Algorithm", University of Missouri-Rolla EMC Laboratory Technical Report TR99-3-024, May 1999.
- [2] IBIS (I/O Buffer Information Specification) ANSI/EIA-656-A website, Models link, <http://www.eigroup.org/ibis/ibis%20table/models.htm>.
- [3] IEC 62014-3: EMC for Component – Part 3: Integrated Circuits Electrical Model (ICEM).
- [4] Y.Fu, G.L. Giuliattini Burbui, T.H. Hubing, "An improved model for representing current waveforms in CMOS circuits", Proc. Of 18<sup>th</sup> Int. Zurich Symposium on EMC, Munich, Germany, September 24-28, 2007, pagg. 289-292.