

# 時域反射量測及其校準技術

周光皓、吳俊德

E-mail: 9607883@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本篇論文將利用時域反射量測儀萃取出傳輸線與待測物的時域參數，並且利用快速傅立葉轉換將所得到的時域參數轉換到頻域參數。再將由網路分析儀所量得的頻域參數與轉換後的頻域參數做比較，用以驗證此轉化技術的可行性。文章中，敘述了時域反射量測儀的基本工作原理，以及對時域量測系統的工作錯誤分析及校準技術做一番解說。

關鍵詞：時域反射；時域反射量測儀

## 目錄

封面內頁 簽名頁 授權書 . . . . .	iii	中文摘要 . . . . .	iv
. . . iv 英文摘要 . . . . .	v	誌謝 . . . . .	vi
目錄 . . . . .	vii	圖目錄 . . . . .	x
第一章 緒論 . . . . .	1	1.1 研究動機 . . . . .	1
1.2 時域量測概述 . . . . .	2	1.3 論文架構 . . . . .	3
第二章 訊號分析及原理 . . . . .	5	2.1 取樣頻率的考量 . . . . .	5
2.2 離散傅立葉轉換 . . . . .	10	2.3 快速傅立葉轉換 . . . . .	12
2.3.1 類步階波形的傅立葉轉換 . . . . .	12	2.3.2 實際操作類步階快速傅立葉轉換 . . . . .	17
2.3.3 與網路分析儀的比較 . . . . .	19	2.3.4 由步階FFT看時域反射量測儀的頻譜 . . . . .	19
第三章 Time-Domain-Reflectometry(TDR)量測 . . . . .	25	3.1 發展精準的時域模型 . . . . .	25
3.1.1 由頻譜分析儀看數位訊號 . . . . .	25	3.1.2 數位訊號的量測 . . . . .	27
3.1.3 訊號流程圖解 . . . . .	28	3.1.4 訊號流程圖的實際運用 . . . . .	30
3.2 TDR時域反射量測設定 . . . . .	33	3.3 TDR時域反射量測所遭遇的問題 . . . . .	34
3.3.1 簡述one-port TDR量測校正 . . . . .	35	3.4 逐層萃取法則 . . . . .	36
3.5 量測時的傳輸線效應 . . . . .	40	第四章 TDR與TDR的錯誤分析與校準技術 . . . . .	42
4.1 TDR儀器架構 . . . . .	42	4.2 TDR錯誤判定 . . . . .	43
4.2.1 系統錯誤 . . . . .	43	4.2.2 來源和裝置不匹配 . . . . .	44
4.2.3 隨機錯誤 . . . . .	48	4.2.4 系統錯誤與隨機錯誤的影響 . . . . .	50
4.3 SOL校正技術 . . . . .	51	4.3.1 以Z-轉換方法轉換時域參數到頻域參數 . . . . .	51
4.3.2 SOL校正 . . . . .	52	4.4 利用校正程序做錯誤分析 . . . . .	54
4.4.1 漂移錯誤模型 . . . . .	54	4.4.2 實部錯誤分析 . . . . .	55
第五章 結論 . . . . .	57	參考文獻 . . . . .	58

## 參考文獻

- [1] W. L. Gans and N. S. Nahman, "Continuous and Discrete Fourier Transform of Step-like Waveform" IEEE Trans. Instrument measurement, vol. IM-31, no.2, pp97-101, June 1982
- [2] G. D. Cormack and J. O. Binder, "The Extended Function Fast Fourier Transform (EF-FFT)" IEEE Trans. instrument Measurement, vol.38, pp.730-736, June 1989.
- [3] Woopoung Kim and Madhavan Swaminathan "Simulation of Lossy Package Transmission Lines using Extracted Data from one-port TDR Measurements and Nonphysical RLGC model" IEEE Tran. advanced packaging VOL.28, NO.4, pp.736-744, NOV. 2005.
- [4] Guillermo Gonzalez, Microwave Transistor Amplifiers Analysis and Design, ed. Prentice Hall, 1997. Pages:175-185
- [5] Philippe Ferrari and Gilbert Angenieux "Calibration of Time-Domain Network Analyzer: A New Approach" IEEE Tran. instrument measurement, vol.49, NO. 1, Feb 2000.
- [6] T. Dhaene, L. Martens, and D. Zutter, "Calibration and normalization of time domain network analyzer measurements," IEEE Trans. Microwave Theory and Techniques, vol. 42, pp. 580-589, Apr. 1994.
- [7] Woopoung Kim and Hee Lee, "Robust Extraction of the Frequency-Dependent Characteristic Impedance of Transmission Lines using One-port TDR Measurements" IEEE, Journal, 2001.
- [8] G. O. Cormack, D. A. Blair and N. McMullin, "Enhanced Spectral Resolution FFT for Step-like Signal", IEEE Trans. instrument measurement, vol.40, pp. 34-36, Feb. 1989.

- [9] S. C. Burkhart and R. B. Wilcox, "Arbitrary Pulse Shape Synthesis via Non-uniform Transmission Lines", IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 38, Oct. 1993.
- [10] Howard W. Johnson and Martin Graham "High-Speed Digital Design" pp. 1-10, Appendix B, 1993.
- [11] Alan V. Oppenheim and Alan S. Willsky "Signals and Systems", Ch7. pp. 515-555, 1997.
- [12] 王美華, 民國86年6月, 由時域反射量測擷取等校電路之研究, 國立台灣大學碩士論文。
- [13] 謝進順, 民國93年6月, 可攜式長時間顫抖紀錄與分析系統, 國立成功大學碩士論文。
- [14] 潘吉良, 民國93年6月, 高速差動傳輸系統傳波效能分析與改善 [15] 黃智裕、凌菁偉, 民國93年3月微帶天線設計-使用IE3D, 全華圖書 [16] "Automating the HP 8410B Microwave Network Analyzer," Hewlett Packard, Application Note 221A, 1980.
- [17] Jyh-Ming Jong, and Vijai K. Tripathi, "Time-Domain Characterization of Interconnect Discontinuities in High-Speed Circuits", IEEE Trans. On components, hybrids, and manufacturing technology, vol. 15, NO.4, August 1992 [18] Woopoung Kim, Seock Hee Lee, Man Cheol Seo, "Determination of Propagation Constants of Transmission Line using 1-port TDR measurements", IEEE 2002.
- [19] Wansheng Su and Sedki M. Riad, "Calibration of time Domain Network Analyzers", IEEE Trans. on instrumentation and measurement, vol. 42, NO. 2, April 1993.
- [20] Stephen H. Hall, Garrett W. Hall, and James A. Mccall, "High-Speed Digital System Design", pp. 276-299. 2000