

時域反射脈衝技術應用於液面深度量測

陳楸脩、張道治

E-mail: 9511515@mail.dyu.edu.tw

摘要

時域反射脈衝技術，常應用於阻抗不連續傳輸線，藉著時域反射分析，觀察到反射訊號的振幅和延遲時間，由此可以計算出待測物的不連續位置以及其特徵阻抗。本論文提出的時域反射脈衝技術包括一時域脈衝產生電路與液面深度量測技術。其中，在時域脈衝產生電路中以疏密特觸發(Schmitt-trigger)電路為基礎結合疏密特反相器，產生數十奈秒脈衝寬度的短脈衝產生電路。脈衝產生電路可適用液面高度量測使用，並由設計過程找出具有低成本、易製作、體積輕巧、良好上升時間(Rise Time)時域反射儀脈衝電的型式，最後實作之時域脈衝產生電路將可以應用於未來液面深度量測技術中。本實驗室所研發出上升時間為3ns脈衝產生電路可成功應用於液面深度量測。關鍵字：時域反射脈衝技術，上升時間，時域反射儀

關鍵詞：反相器；上升時間；疏密特觸發電路；時域反射儀

目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書	iii	中文摘要	
. iv 英文摘要	iv	v 誌謝	
. vi 目錄	vi	vii 圖目錄	
. ix 表目錄	ix		
. xii 第一章 緒論 1.1 簡介與研究	1	1.1.2 文獻探討	
. 1.1.3 論文架構	4	第二章 時域反射脈衝技術 2.1 基本原理	
. 10 2.1.1 集總與分配電路工作頻率關係	10	2.1.2 上升時間與傳播時間	
. 12 2.1.3 時域反射儀反射係數	14	2.2 阻抗不匹配位置檢測	
. 16 第三章 時域反射運用於阻抗不連續傳輸線量測 3.1 簡介	23	3.2 阻抗不連續傳輸線設計	
. 23 3.3 實驗與模擬結果	24	3.4 討論	
. 24 第四章 脈衝產生電路製作與量測 4.1 簡介	31	4.2 時域反射儀電路架構	
. 31 4.3 電阻式功率分配器	32	4.3.1 電阻式功率分配器模擬與量測結果	33
32 4.3.1 電阻式功率分配器模擬與量測結果	33	4.4 脈衝產生電路	34
35 4.4.1 疏密特觸發電路原理	35	4.4.2 疏密特振盪電路概要	35
. 35 4.4.3 振盪頻率設計	36	4.4.4 時域反射儀脈衝產生電路設計與模擬	36
. 37 第五章 時域反射儀應用水位量測 5.1 簡介	50	5.2 實驗與量測結果	50
. 50 5.3 討論	51	第六章 結論	60
. 60 參考文獻	61	圖目錄	
圖1.1岩體變形監測	6	圖1.2 TDR變形感測器反射波示意圖	6
. 6 圖1.3水位量測TDR反射訊號	7	圖1.4 TDR雨量計結構示意圖	7
. 7 圖1.5各種不同的TDR水位感測器截面	8	圖1.6各種不同的TDR水位感測器截面圖	8
. 8 圖1.7 TDR水平位移伸縮計	9	圖2.1時域反射儀基本架構	18
. 18 圖2.2 (a)集總電路(b)分配電路	18	圖2.2上升時間與傳播時間	19
. 19 圖2.4不同上升時間對辨識距離的影響	19	圖2.5在一條傳輸線時間與負載不同時波形變化情況	20
. 20 圖2.6電路終端為短路與開路	20	圖2.7電路終端為匹配與不匹配	21
. 21 圖2.8電路終端為電容與電感之負載	22	圖2.9阻抗不連續為電容與電感?圖	22
. 22 圖2.10負載包括電容與電感之混	22	圖3.1 50-20-50-80-50ohm驟變不連續微帶線	26
. 26 圖3.2驟變不連續微帶線	26	圖3.3理想傳輸線	26
. 26 圖3.4輸入80ps步階函數訊號	27	圖3.5阻抗不連續微帶線模擬結果	27
. 27 圖3.6阻抗不連續微帶線實驗量測結果	28	圖3.7終端為開路與短路理想傳輸線量測結果	28
. 28 圖3.8阻抗不連續傳輸線與理想傳輸線運算值	29	圖4.1 TDR量測電路系統架構	38
圖4.2功率分配器	38	圖4.3電阻式功率分配器架構圖	38
. 39 圖4.4功率分配器S11返回損失實驗模擬比較圖	39	圖4.5功率分配器S22返回損失實驗模擬比較圖	39

40	圖4.6功率分配器S33返回損失實驗模擬比較圖	40	圖4.7功率分配器S21傳輸損失實驗模擬比較圖
41	圖4.8功率分配器S32傳輸損失實驗模擬比較圖	41	圖4.9功率分配器S13傳輸損失實驗模擬比較圖
42	圖4.10 疏密特反相器IC	42	圖4.11疏密特觸發電路門限電壓
43	圖4.12簡單疏密特震盪電路	43	圖4.13脈衝產生電路架構
44	圖4.14 RC充放電與疏密特觸發電路輸出	44	圖4.15疏密特觸發電路輸出與疏密特反向器輸出
45	圖4.16時域脈衝電路模擬量測圖	45	圖4.17模擬時域反射訊號
46	圖4.18脈衝產生電路	46	圖4.19脈衝產生電路量測
47	圖4.20時驗量測脈衝訊號	47	圖5.1量測環境
51	圖5.2 微帶線探棒終端開路	51	圖5.3微帶線探棒開路訊號
52	圖5.4微帶線探棒終端為負載	52	圖5.5微帶線探棒終端為負載訊號
53	圖5.6 (a)探棒深入水中5 cm (b)Volts/div 200mV (c) Volts/div 500 mV	53	圖5.7(a)探棒深入水中10 cm (b)Volts/div 200mV (c) Volts/div 500 mV
54	圖5.8(a)探棒深入水中15 cm (b)Volts/div 200mV (c) Volts/div 500 mV	54	圖5.9(a)探棒深入水中20 cm (b)Volts/div 200mV (c) Volts/div 500 mV
55	表目錄 表3.1阻抗不連續微帶線模擬結果	55	表3.2阻抗不連續微帶線實驗量測結果
56	表4.1電阻式功率分配器阻值量測	56	表5.1探棒不同深度反射時間量測
57		57	
29		29	
49		49	
59		59	

參考文獻

- [1] ASTM, D6565-00 (2000). Standard Test Method for Determination of Water(Moisture) Content of Soil by the Time-Domain Reflectometry (TDR)method, Annual Book of ASTM Standards, Vol. 04.08, pp. 1118-1122.
- [2] Christopher P.Nemarich, " Time Domain Refletometry Liquid Level Sensors, " IEEE 1094-6969/01,Dec.2001.
- [3] Time Domain Reflectometry Theory , HP Application Note 1304-2, 1998.
- [4] 林志平, 周家榮, 2001, " 時域反射儀在大地工程量測之應用 ", 地工技術, 第83 期, 民國九十年二月, 5-12 [5] Time-Domain Reflectomter , Tektronix 1502C / 070-7169-02 , Nov 1997.
- [6] 葉致翔, TDR邊坡資訊自動化監測系統, 碩士論文, 國立交通大學土木工程學系, 2003.
- [7] 廖偉捷, 時域反射與小波轉換應用於線束故障偵測之研究, 碩士論文, 中原 大學電機工程學系, 2004.
- [8] UMRAN S. INAN and AZIZ S.INAN, " ENGINEERING Electromagnetics, " 歐亞書局.
- [9] H.W. Johnson, M.Graham, " High-Speed Digital Design, A Handbook of Black Magic " Prentice Hall, 1993.
- [10] H.B. Bakoglu, Circuits, Interconnections, and Packaging for VLSI, Addison Wesley Publishing Company, USA, 1990.
- [11] S. Navaneethan, J. J. Soraghan, W. H. Siew, R. Muirhead, and J. Livie, " AnAutomatic Fault Detection and Location Technique in Low Voltage Distribution Networks ", IEEE 98EX137, 0-7803-4495-2/98, page 732~736, 1998 .
- [12] 何文博, 時域最小平方方法萃取等效電路模型之研究, 碩士論文, 國立中山大學電機工程學系, 2000.
- [13] " Agilent Technologies 8719D/20D/22D Network Analyzers, " Agilent Technologies Service Guide, 08720-90292, June1998.
- [14] J. Dettlefsen, " Frequency response of input impedance implies the distribution of discontinuities of a transmission line system, " Electron Lett., vol. 6, pp. 67 – 69, Feb. 1970.
- [15] Ching-Wen Hsue, and Te-Wen Pan, " Reconstruction of Nonuniform Transmission Lines from Time-Domain Reflectometry, " IEEE Trans. Microwave Theoly Tech, vol. 45, NO. 1, Jan. 1997.
- [16] Topp, G.C., Davis, J.L., and Annan, A.P. (1980). " Electromagnetic Determination of Soil water Content: Measurement in Coaxial Transmission Lines. " Water Resources Research, Vol. 16, pp. 574-582.
- [17] Whalley, W.R. (1993). " Considerations on the Use of Time Domain Reflectometry (TDR) for Measuring Soil Water Content. " Soil ScienceSociety of America Journal, Vol. 44, pp. 1-9.
- [18] Topp, G.C., Yanyka, M., Zebchuk, W.D., and Zegelin, S.(1988). " Determination of Electrical Conductivity Using Time Domain Reflectometry: Soil and Water Experiments in Coaxial Line. " WaterResources Research, Vol. 24, No. 7, pp. 945-952.
- [19] Selker, J.S., L. Graff, and T. Steenhuis. 1993. Noninvasive time domain reflectometry moisture measurement probe. Soil Sci. Soc. Am. J. 57:934 – 936 [20] R. Pintelon and L. Van Biesen, " Identification of transfer functions with time delay and its application to cable fault location, " IEEE Transactions Instrumentation Measurement Vol.39, pp.479-484,June 1990.
- [21] David M. Pozar, " Microwave engineering, " 2nd ed., John Wiley & Sons,Inc,1998 [22] Texas Instruments, " SN54ACT14,SN74ACT14 HEX SCHMITT -TRIGGER INVERTER ", SCAS557H ,DECEMBER , 1995 , REVISED NOVEMBER 2004.
- [23] 何中庸, 振盪電路之設計與應用, 全華科技圖書, pp.1-2,pp.1-5,1999.
- [24] Donghwan Lee, Jinho Sung and Jaehong Park, " A 16ps -Resolution Random Equivalent Sampling Circuit for TDR Utilizing a Vernier

Time Delay Generation ” , IEEE 0- 7803-8257-9/04, page 1219~1223,2004.

[25] K. O. Park and J. H. Park, “ 20ps resolution time-to-digital converter for digital storage oscilloscopes, ” in Proc. IEEE NSS-MIC, Toronto, Canada, Nov. 1998 [26] S. Guo, S. Sun and Z. Zhang, “ A novel equivalent sampling method using in the digital storage oscilloscopes, ” in Proc. IEEE IMTC, vol.2, pp. 530-532, 1994.