

# 數位廣播電波間隙補強器整合設計與研究

林敬恭、林漢年

E-mail: 9315043@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本研究主要針對數位廣播 (DAB) 傳輸訊號在建築物造成電波死角所需改善問題, 去設計訊號傳輸中繼器, 即所謂電波間隙補強器 (Gap-Filler)。此中繼器除了可提供在大樓之間改善電波死角的功能外, 也可作為訊號強度的中繼補強。本文針對數位廣播的Band (170~240MHz) 頻段下設計電波間隙補強器, 吾人將電波間隙補強器分為低雜訊放大器、驅動放大器與功率放大器三部份來設計, 最後將其串接起來並選擇適當的功率發射元件及其所需的接收和發射天線來搭配使用。文中設計的低雜訊放大器與驅動放大器所使用的主動元件為飛利浦 (Philips) 公司生產的BFG425W, 功率放大器使用BFG21W, 搭配射頻電路設計軟體 (Microwave Office 2000) 並依據射頻電路 (RF Circuit) 的相關觀念下去做所需的阻抗匹配, 此頻段作阻抗匹配時大量採用表面黏著元件 (SMD) 的集總元件 (Lump Element), 並將全部電路製作於FR4印刷電路板上, 最後將整體的電路利用網路分析儀, 量測其整體的S參數。

關鍵詞: 數位廣播; 電波間隙補強器; 低雜訊放大器; 驅動放大器; 功率放大器; 射頻電路; 表面黏著元件

## 目錄

封面內頁 簽名頁 授權書 . . . . .	iii	中文摘要 . . . . .	iii
. . . . .	iv	英文摘要 . . . . .	v
. . . . .	vi	目錄 . . . . .	vii
. . . . .	x	表目錄 . . . . .	xvi
第一章 緒論 1.1 前言 . . . . .	1	1.2 研究動機及方法 . . . . .	1
. . . . .	3	1.3 論文架構 . . . . .	4
第二章 射頻電路基礎理論 2.1 散射參數 (Scattering Parameters) . . . . .	6	2.2 反射係數與功率增益方程式 . . . . .	8
2.1 反射係數 . . . . .	8	2.2.1 功率增益方程式 . . . . .	10
2.3 穩定性 . . . . .	13	2.4 射頻電路雜訊 . . . . .	18
2.3 穩定性 . . . . .	22	2.5 1dB增益壓縮點與效率 . . . . .	22
2.3 穩定性 . . . . .	23	2.5.1 1dB增益壓縮點 . . . . .	22
2.3 穩定性 . . . . .	24	2.5.2 效率 . . . . .	22
2.3 穩定性 . . . . .	25	2.6 失真 . . . . .	24
2.3 穩定性 . . . . .	25	2.6.1 互調失真 . . . . .	24
2.3 穩定性 . . . . .	25	2.6.2 三階護調失真 . . . . .	28
第三章 功率放大器設計概論 3.1 功率放大器的種類 . . . . .	30	3.2 直流偏壓網路 . . . . .	38
. . . . .	30	3.3 最佳負載求取方法 . . . . .	40
. . . . .	32	3.3.1 負載調整法 . . . . .	41
. . . . .	32	3.3.2 軟體模擬法 . . . . .	43
. . . . .	32	3.4 阻抗匹配網路 . . . . .	45
. . . . .	38	第四章 電波間隙補強器模擬與製作 4.1 低雜訊放大器 (Low Noise Amplifier) . . . . .	48
. . . . .	40	4.2 驅動放大器 (Driver Amplifier) . . . . .	57
. . . . .	43	4.2.1 一級驅動放大器 . . . . .	58
. . . . .	43	4.2.2 二級驅動放大器 . . . . .	66
. . . . .	43	4.3 功率放大器 (Power Amplifier) . . . . .	74
. . . . .	43	4.3.1 主動直流偏壓功率放大器設計 . . . . .	75
. . . . .	43	4.3.2 改良主動直流偏壓功率放大器設計 . . . . .	85
. . . . .	43	4.4 電波間隙補強器實測 . . . . .	91
. . . . .	43	第五章 結論 . . . . .	96
. . . . .	43	參考文獻 . . . . .	98
. . . . .	43	附錄A . . . . .	102
. . . . .	43	附錄B . . . . .	110
. . . . .	43	附錄C . . . . .	114

## 參考文獻

- [1]經濟部工業局, “數位視訊多媒體月刊”, 2003-7.
- [2]經濟部工業局, “數位視訊多媒體月刊”, 2001-10.
- [3]David M. Pozar, “Microwave Engineering”, Second Edition, Chapter 2, Chapter 5, Wiley, 1998.
- [4]Fouad, H.; Sharaf, K.; El-Diwan, E.; El-Hennawy, H.; “AN RF CMOS CASCODE LNA WITH CURRENT REUSE AND INDUCTIVE SOURCE DEGENERATION”, Circuits and Systems, 2001. MWSCAS 2001. Proceedings of the 44th IEEE 2001 Midwest Symposium on ,

- Volume: 2, 2001 [5]Guillermo Gonzales, " Microwave Transistor Amplifiers Analysis and Design ", Chapter2, Chapter3, Chapter4, Prentice Hall,1997.
- [6]C.T. Armijo and R. G. Meyer, " A new wide-band Darlington amplifier ", IEEE J. Solid-State Circuits, vol. SC-16, pp. 634, Dec. 1981.
- [7]M. Maeda et. al., " Source Second Harmonic Control for High Efficiency Power Amplifier ", IEEE Trans. MTT, vol. 43, pp. 2952-2958, 1995.
- [8]M. L. Edwards and J. H. Sinsky, " A New Criteria for Linear 2-Port Stability Using a single Geometrically Derived Parameter ", IEEE Trans. Microwave Theory and Techniques, vol. MTT-40, pp. 2803-2811, December 1992.
- [9]Behzad Razavi, " RF Microelectronics " Section 2.3, Prentice Hall, 1998.
- [10]Wei Guo; Daquan Huang; ASIC, 2002. " The Noise and Linearity Optimization for A 1.9-GHz CMOS Low Noise Amplifier?Proceedings. 2002 IEEE Asia-Pacific Conference on , 2002 Page(s): 253 -257 [11]Luca Daniel and Manolis Terrovitis, " A Broadband Low-Noise Amplifier ", EECSS217 " Microwave Circuit Design " [12]柯承志, " 寬頻主動型天線設計與分析 ", 大葉大學 [13]林彥呈, " 數位廣播傳輸中繼系統之設計與分析研究 ",大葉大學 [14]J.L. Smith, " A Method to Predict the Level of Intermodulation Products in Broadband Power Amplifiers ", Microwave Journal.vol. 46, No2, pp. 62-78, February 2003.
- [15]育英科技有限公司, " 射頻電路設計實習 ",滄海書局,90年.
- [16]Nathan O. Sokal and Aland D. Sokal, " Class E-A New Class of High-Efficiency Tuned Single-Ended Switching Power Amplifier ", IEEE Journal of Solid-State Circuits, vol. SC-10, pp. 168-176, Jun. 1975.
- [17]Paul M. White, " Effect of Input Harmonic Termination on High Efficiency Class-B and Class-F Operation of PHEMT Devices ", IEEE MTT-S Dig, pp. 1611-1614, 1998.
- [18]Reinhold Ludwig and Pavel Bretchko, " FR Circuit Design Theory and Applications ", Chapter8, Chapter9, Prentice Hall,2000.
- [19]Nick Pothecary, " Feedforward Linear Power Amplifiers ", Chapter3, Artech House,1999.
- [20]傅延宗, " Design and Implementation of 2.4GHz RF Power Amplifier ",中華大學.
- [21]育英科技有限公司, " 射頻電路設計實習 ",滄海書局,90年.
- [22]簡練, " 共平面波導Ka頻段低雜訊與功率放大器之研製 ", 國立交通大學.
- [23]Steve C. Cripps, " RF Power Amplifiers for Wireless Communications ", Chapter2,Artech House,1999.
- [24]C. Duvanaud, S. Dietsche, G. Pataut, and J. Obregon, " High-Efficiency Class F GaAs FET Amplifiers Operating with Very Low Bias Voltages for Use in Mobile Telephones at 1.75 GHz ", IEEE Microwave and Guide Wave Letters, vol. 3,pp.268-270,Aug.1993.
- [25]Frederick H. Raab, " Class-F Power Amplifier with Maximally Flat Waveforms ", IEE Trans. On MTT, vol. 45,pp. 2007-2012,Nov. 1997.
- [26]Marian Kazimierzuk, " Effects of the Collector Current Fall Time on the Class E Tuned Power Amplifier ", IEE J. Solid-State Circuits, vol.SC-18,pp. 181-193,Apr. 1983.
- [27]李春生, " 平面式主動天線研究 ",大葉大學.
- [28]Microwave office user ' s guide.
- [29]Statz, H., et al., " GaAs FET Device and Circuits Simulation in SPICE, " IEEE Trans. Electron Dev., ED-34, Feb. 1987,pp.160-169.
- [30]Trew, R. J., " MESFET Models for Microwave CAD Applications ",Int. J. Microwave Millimeter-Wave Computer-Aided Eng.,Vol. 1, Apr. 1991, pp.143-158.