

L-波段兩仟瓦功率放大器之研製

鍾龍寶、李金椿

E-mail: 9315038@mail.dyu.edu.tw

摘要

本論文利用微波功率晶體、微帶線電路(Microstrip line)及阻抗匹配原理研製一L-波段 2kW的功率放大器(Power Amplifier)做為預警雷達發射機之用。功率放大器前級採用多級串聯放大方式，產生基本功率源，後級採用並聯方式以及應用功率的分配與合成技術，得到所要求的輸出功率。系統採用全固態電路及C類放大設計、基板選用高介電常數的金紅石介質材料、微帶線電鍍材料則選擇表面電阻率小的導體，以降低損耗。經過測試，所設計的放大器的其輸出功率為2.21KW、功率效率為40%、增益為63.45dB，具有高功率、高效率及無需任何調校手續，即可達到飽和輸出功率的特點。由於系統採用全固態化及模塊化設計，具有高可靠性，重量輕結構簡單且具有擴充性。將來若需要更高輸出功率時，可採用現有模組以功率合成技術進行多級並聯，即可達到目的。

關鍵詞：微帶線電路；預警雷達；多級串聯；C類放大

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	.....
.....iv 英文摘要.....	.....	v 誌謝.....	.....
.....vi 目錄.....	.....	vii 圖目錄.....	.....
.....ix 表目錄.....	.....	xi 第一章	.....
緒論.....	1	第二章 功率放大器設計原理.....	.....
3.2.1 功率放大器的動態範圍.....	3	3.2.2 功率放大器的非線性失真.....	4
3.2.2 功率放大器的非線性失真.....	4	2.3 設計的特點.....	6
2.3.1 C類放大器.....	7	2.3.2 微帶線.....	.....
2.4 考慮因素.....	13	第三章 電路架構.....	.....
3.1 前級放大器.....	20	3.2 前級放大器與功率分配/合成技術.....	.....
3.2.1 功率合成技術的特性.....	22	3.3 阻抗匹配電路的設計.....	23
3.3.1 MSC1002M匹配網路設計.....	23	3.3.2 MSC1015M匹配網路設計.....	27
3.3.2 MSC1015M匹配網路設計.....	27	3.3.3 MSC1090M匹配網路設計.....	37
3.3.3 MSC1090M匹配網路設計.....	37	3.3.4 AM1011-500匹配網路設計.....	34
3.3.4 AM1011-500匹配網路設計.....	34	3.3.5 MSC81600M匹配網路設計.....	37
3.3.5 MSC81600M匹配網路設計.....	37	第四章 成品測試與討論.....	41
4.1 電路的量測.....	44	4.2 預估值與實測值比較.....	49
4.2 預估值與實測值比較.....	49	4.3 討論.....	51
4.3 討論.....	51	第五章 結論.....	54
5.1 參考文獻.....	54	5.2 圖目錄.....	56
5.2 圖目錄.....	56	圖2.1 動態範圍圖標.....	4
圖2.1 動態範圍圖標.....	4	圖2.2 交互調變與輸入訊號關係.....	.....
圖2.2 交互調變與輸入訊號關係.....	.....	圖2.3 C類放大器.....	7
圖2.3 C類放大器.....	7	圖2.4 雙導線演變成微帶線.....	.....
圖2.4 雙導線演變成微帶線.....	.....	圖2.5 微帶傳輸線(a)幾何結構.....	10
圖2.5 微帶傳輸線(a)幾何結構.....	10	(b)電磁力線分佈.....	10
(b)電磁力線分佈.....	10	圖2.6 放大器基本結構圖.....	16
圖2.6 放大器基本結構圖.....	16	圖2.7 散熱效應的等效電路.....	17
圖2.7 散熱效應的等效電路.....	17	圖3.1 功率放大器電路架構圖.....	20
圖3.1 功率放大器電路架構圖.....	20	圖3.2 前級放大器設計方式(a)標準單級級連.....	.....
圖3.2 前級放大器設計方式(a)標準單級級連.....	.....	(b)多級串聯放大.....	21
(b)多級串聯放大.....	21	圖3.3 MSC1002M輸入阻抗匹配網路設計圖.....	24
圖3.3 MSC1002M輸入阻抗匹配網路設計圖.....	24	圖3.4 MSC1002M輸出阻抗匹配網路設計圖.....	26
圖3.4 MSC1002M輸出阻抗匹配網路設計圖.....	26	圖3.5 MSC1015M輸入阻抗匹配網路設計圖.....	28
圖3.5 MSC1015M輸入阻抗匹配網路設計圖.....	28	圖3.6 MSC1015M輸出阻抗匹配網路設計圖.....	29
圖3.6 MSC1015M輸出阻抗匹配網路設計圖.....	29	圖3.7 MSC1090M輸入阻抗匹配網路設計圖.....	31
圖3.7 MSC1090M輸入阻抗匹配網路設計圖.....	31	圖3.8 MSC1090M輸出阻抗匹配網路設計圖.....	33
圖3.8 MSC1090M輸出阻抗匹配網路設計圖.....	33	圖3.9 AM1011-500輸入阻抗匹配網路設計圖.....	.....
圖3.9 AM1011-500輸入阻抗匹配網路設計圖.....	.....	圖3.10 AM1011-500輸出端匹配網路設計圖.....	36
圖3.10 AM1011-500輸出端匹配網路設計圖.....	36	圖3.11 MSC81600M輸入端匹配網路設計圖.....	.....
圖3.11 MSC81600M輸入端匹配網路設計圖.....	.....	圖3.12 MSC81600M輸入端匹配網路設計圖.....	39
圖3.12 MSC81600M輸入端匹配網路設計圖.....	39	圖4.1 前級放大器電路基板圖.....	.....
圖4.1 前級放大器電路基板圖.....	.....	圖4.2 後級放大器電路基板圖.....	42
圖4.2 後級放大器電路基板圖.....	42	圖4.3 前級放大器實體圖.....	.....
圖4.3 前級放大器實體圖.....	.....	圖4.4 後級放大器實體圖.....	43
圖4.4 後級放大器實體圖.....	43	圖4.5 功率放大器測試方塊圖.....	.....
圖4.5 功率放大器測試方塊圖.....	.....	圖4.6 功率放大器測試接線圖.....	44
圖4.6 功率放大器測試接線圖.....	44	圖4.7 輸出峰值功率量測值.....	46
圖4.7 輸出峰值功率量測值.....	46	圖4.8 功率放大器頻譜特性圖.....	47
圖4.8 功率放大器頻譜特性圖.....	47	圖4.9 功率放大器頻譜特性圖(含載波).....	47
圖4.9 功率放大器頻譜特性圖(含載波).....	47	圖4.10 (a)上升/下降時間.....	48
圖4.10 (a)上升/下降時間.....	48	(b)上升時間.....	48
(b)上升時間.....	48	(c)下降時間.....	49
(c)下降時間.....	49	表目錄 表3.1	.....
表目錄 表3.1	.....	IMPEDANCE DATA.....	24
IMPEDANCE DATA.....	24	表4.1預估值與實測值比較比.....	.....
表4.1預估值與實測值比較比.....	.....	

參考文獻

- [1] M.I. Skolnik,Ed.,Radar Handbook,New York:Mc Graw-Hill, 1970.
- [2] 劉國靖、陳昌華等“新體制HPM短脈沖雷達發射機技術研究”中國南京電子研究所，現代雷達月刊，第23卷，第1期，2001，2月。
- [3] 鈕惠平“多注速調管發射機的設計與應用”中國南京電子技術研究所，現代雷達月刊，第25卷，第1期，2003。
- [4] 楊軍、崔凱峰“超寬帶雷達發射機技術研究”中國南京電子技術研究所，現代雷達月刊，第25卷，第7期，2003，7月。
- [5] 張光義“相控陣雷達系統”中國國防工業出版社，北京，1994。
- [6] 袁帝文、王岳華、謝孟翰、王弘毅“高頻通訊電路設計”台北，高立圖書公司，2003，3月。
- [7] 黃香馥、陳天麒、張開智、“微波固體電路”，中國成都電訊工程學院出版社，成都，1988。
- [8] 周斌“微波固態功效CAD研究”，中國南京電子技術研究所，現代雷達月刊，第23卷，第2期，2001，。
- [9] 李英惠“微波技術基礎”中國理工大學出版社，1997，12月。
- [10] Edward D. Ostroff, Michael Borkowski, Harry Thomas, James “Solid-State Radar Transmitters” Artech House,INC.1985,pp.51-129.
- [11] 王保志“微波技術與工程天線”中國人民郵電出版社，北京，1991，8月。
- [12] 徐壽喜“迴旋速調管放大器及其發展評述”中國科學院電子研究所，電子與信息學報，第25卷，第5期，2003，5月。
- [13] 鍾泰炎“高功率放大器之設計與製作”2003，1月。
- [14] 賈中璐“一種多用途全固態發射機”中國南京電子研究所，現代雷達月刊，第25卷，第12期，2003，8月。
- [15] Tri T. Ha “Solid-State Microwave Amplifier Design” John Wiley and Sons，New York，NY 1985。
- [16] 袁杰“無線電高頻電路”台北，全華科技圖書公司，2001，4月。