

Design and Application of Microwave Stepped-Impedance Resonators

石幸泰、吳俊德

E-mail: 387147@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

This thesis investigates the stepped-impedance resonators (SIRs). Due to the impedance ratio of SIRs, the total length can be adjusted. Comparing with a conventional $1/4$, $1/2$, and uniform impedance resonators, one can shorten or prolong the length. Besides, the second resonance frequency can be varied by the impedance ratio. By using MATLAB for finding the roots, the second resonance frequency can be solved. Finally, the SIRs is applied to a cross-coupled filter. The spurious mode of this filter can be shifted.

Keywords : SIR's, Cross-Coupled

Table of Contents

封面內頁 簽名頁 中文摘要	iii	英文摘要	iii
. iv 誌謝		v 目錄	
. vi 圖目錄		ix 表目錄	
. xi 第一章 濾波器基本理論	1	1.1 低通濾波器	
原型	1	1.2 複數平面上的極點與零點	2
應	3	1.3.1 Butterworth 濾波器	3
.	4	1.3.2 Chebyshev 濾波器	3
.	6	1.3.3 Elliptic Function 濾波器	6
頻率與元件轉換	11	1.4 低通濾波器原型等效電路之元件值	8
.	11	1.5	
.	11	1.5.1 阻抗轉換	11
.	11	1.5.2 頻率轉換	11
.	11	1.5.3 濾波器函數轉換	12
.	16	第二章 步階式阻抗共振器	
.	19	2.1 步階阻抗共振器之共振特性	16
.	19	2.2 阻抗比率	16
.	21	2.3 阻抗與共振頻率之關係	21
.	24	第三章 交錯耦合濾波器	
.	24	3.1 步階阻抗共振器之共振特性	24
.	27	3.1.1 電耦合	24
.	27	3.1.2 磁耦合	24
.	31	3.1.3 混合耦合	29
.	31	3.2 耦合係數與外部	
.	33	品質因素	
.	33	3.2.1 耦合係數	31
.	33	3.2.2 外部品質因素	31
.	35	第四章 交錯耦合濾波器	35
.	35	4.1 濾波器特徵	35
.	37	4.2 濾波器合成	37
.	41	4.3 步階式共振器應用與模擬	37
.	44	第五章 共振器之耦合求法與尺寸探討	44
.	44	5.1 共振器之尺寸	44
.	46	5.1 步階式共振器應用與模擬	46
.	52	第六章 結論	
.	53	參考文獻	53
.	55	附錄	
.	55	圖目錄 圖1.1低通濾波器原型電路(a)以並聯元件為開始的原型電路；(b)以串聯元件為開始的原型電路	55
.	2	圖1.2 Butterworth低通響應	4
.	5	圖1.3 Chebyshev 低通響應	4
.	7	圖1.4 Elliptic Function低通響應	7
.	7	圖1.5 橢圓振盪函數	
.	7	圖1.6 低通原型轉轉低通濾波器	12
.	14	圖1.7 範例之低	
.	14	通原型濾波器電路	14
.	15	圖1.8 範例之帶通濾波器等效電路	15
.	15	圖1.9 範	
.	15	例之帶通濾波器頻率響應	15
.	18	圖2.1 SIR之基本結構	17
.	18	圖2.2 SIR之共振條件關係	18
.	20	圖2.3 阻抗比率(RZ)與規一化後之共振器的長度(Lnm)之關係圖	20
.	21	圖2.4 共振器之基頻與第二共振頻率之關係圖	21
.	22	圖2.5 $g/4$ type 共振頻率間倍數之關係圖	22
.	22	圖2.6 $g/2$ 和 g type 共振頻率間倍數之關係圖	23
.	25	圖3.1(a) 電耦合結構	26
.	25	圖3.1(b) 電耦合等效電路	26
.	26	圖3.1(c) 以導納轉換器表示等效電	
.	26	律的耦合	26
.	28	圖3.2(a) 磁耦合結構	28
.	28	圖3.2(b) 磁耦合結構等效電	
.	28	路	28
.	29	圖3.2(c) 以阻抗轉換器表示等效電路的耦合	29
.	30	圖3.3(a) 混合耦合結	
.	30	構	30
.	30	圖3.3(b) 使用轉換器表示混合耦合共振器的等效電路	30
.	32	圖3.3(a) 分支線饋入法(b)耦合線饋入法	33
.	32	圖3.5 (a)分支線饋入法(b)耦合線饋入法	33
.	34	圖3.6	
.	34	單一共振器的相位特性	34
.	38	圖4.1 頻率響應比較	36
.	38	圖4.2 濾波器合成的低通原型	38
.	38	圖4.3 耦合式濾波器的帶通濾波器耦合結構	

. 40 圖4.4 四階交錯耦合濾波器	41 圖4.5 四階步階交錯耦合濾波器
. 42 圖4.6 無損耗之模擬	43 圖4.7 有損耗之模擬
. 43 圖5.1 單一共振器結構	47 圖5.2 各共振器模擬比較圖
. 47 圖5.3(a) 電耦合模擬及結果	47 圖5.1(b) 電耦合模擬及結果
. 47 圖5.1(c) 電耦合模擬及結果	48 圖5.1(d) 電耦合模擬及結果
. 48 圖5.1(e) 電耦合模擬及結果	49 圖5.1(f) 電耦合模擬及結果
. 49 圖5.1(g) 電耦合模擬及結果	50 圖5.1(h) 電耦合模擬及結果
. 50 圖5.1(i) 電耦合模擬及結果	51 表目錄
表1.1 Butterworth 濾波器元件值	8 表1.2 Chebyshev 濾波器元件值(0.5dB)
. 10 表1.3 Chebyshev濾波器元件值(3dB)	10 表1.4轉換表
. 13 表4.1 four-port原型濾波器元件值	39 表5.1共振器之尺寸
. 45	

REFERENCES

- [1] G. L. Matthaei, L. Young, and E. M. Jones, "Microwave Filters, Impedance-Matching Networks, and Coupling Structures," Artech House, Dedham, Mass., 1980.
- [2] J. S. Hong, and M. J. Lancaster, "Microstrip Filters for RF/Microwave Applications," John Wiley & Sons, Inc, 2001.
- [3] J. S. Hong, and M. J. Lancaster, "Design of highly selective microstrip bandpass filters with a single pair of attenuation poles at finite frequencies," IEEE Trans., MTT-48, July 2000, 1098-1107.
- [4] M. Sagawa, M. Makimoto, and S. Yamashita, "Geometrical structures and fundamental characteristics of microwave stepped-impedance resonators," IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 45, no.7, pp. 1078-1085, July 1997.
- [5] M. Makimoto, and S. Yamashita, "Bandpass filters using parallel coupled stripline stepped impedance resonators," IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. MTT-28, pp. 1413-1417, Dec. 1980.
- [6] M. Makimoto, and S. Yamashita, "Compact bandpass filters using stepped impedance resonators," Proc. IEEE, vol. 67, pp. 16-19, Jan.1979.
- [7] M. Sagawa, M. Makimoto, and S. Yamashita, "A design method of bandpass filters using dielectric-filled coaxial resonators," IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. MTT-33, pp. 152-157, Feb. 1985.
- [8] M. Makimoto, and S. Yamashita, "Bandpass filters using parallel coupled stripline stepped impedance resonators," IEEE Trans., Microwave Theory Tech., vol. MTT-28, pp. 1413-1417, Dec. 1980.
- [9] H. Yabuki, M. Sagawa, M. Matsuo, and M. Makimoto, "Stripline dual-mode ring resonators and their application to microwave devices," IEEE TRANS. MICROWAVE THEORY Tech., vol. 44, pp. 723 – 729, May 1996.
- [10] R. Levy, "Filters with single transmission zeros at real and imaginary frequency," IEEE Trans., MTT-24, 1976, 172-181.
- [11] 黃啟鑫, "利用缺陷接地結構降低製作在FR4上之交錯耦合濾波器的帶通介入損耗," 碩士論文, 大葉大學電機研究所, 2010.