

高頻線路設計教學軟體之發展

曾振東

國立勤益工商專科學校電子工程科

摘 要

以設計者為導向的高頻線路設計軟體以功能分項分類，並在個人電腦的視窗環境下設計完成。此項軟體由於對各種功能的高頻線路以模組化的型式架構設計，非但在日後的發展及維護上具有極佳的擴充性與彈性，並且對於現階段推行的高頻線路設計教學有極佳的應用性。

關鍵詞：高頻線路，視窗軟體，模組化架構。

簡 介

高頻線路設計過去大多仰賴人為的計算及史密斯圖(Smith chart)的輔助設計，這種設計方式在過去計算機不夠廣泛應用的時代是較便捷的方法，然而這種方式在處理多級線路或寬頻帶線路時就感到十分繁複，變得沒有效率。自1960年代由COMPACT公司所發展的COMPACT高頻線路設計逐漸取代傳統的設計方式，因為它具有高精確度，極快的計算速度，可以處理複雜的網路結構，甚至包括回授線路的整體線路特性分析。它並具有很好的修正能力，只要將線路對應的電腦檔案修正後，即可得到修正後的特性功能。然而此項軟體皆安裝在中、大型電腦主機上，使用者需透過電腦連線使用，其輸出的資料亦僅為線路的頻率響應或輸入阻抗，無法提供線路的佈線圖。自1980年代起個人電腦的應用逐漸開展，EEsof公司開發Touchstone&MiCad軟體使用於個人電腦上，它採取COMPACT軟體的所有優點並加入高頻線路的佈線功能，使得高頻線路設計軟體涵蓋由線路分析至最後佈線的所有步驟。這種做法不但使高頻設計工程師完全掌握設計流程的每個細節，也使得設計流程得以由個人電腦完成，亦即、設計者僅須在個人電腦上從事線路分析及修改，最後可借由繪圖機將線路所對應的佈線圖繪出。這種做法完全滿足高頻線路設計者的工作要求，也促使其他公司發展同性質的設計軟體，諸如：Compact Software公司的Supercompact，HP公司的HFSS,ARRL協會的RF Designer等等。

然而這些發展的均著重於運用各種精確的分析方法分析不同結構，並給予準確的模型以便利後續的設計及線路組合，對於一些基本線路的起始設計反而未予考慮。這結果對於初始設計者或是初學者反而無所適從，因為過去初始設計線路多由既有文獻或設計手冊提供，設計者需要從中得到所需線路的線路資料。這個設計流程對於初次接觸線路的人有莫大的困擾，而此環節至今仍被忽視。為彌補此項缺憾，本文提供一項以設計者為導向的設計軟體，它將現今的應用線路概分為數類，每一分類均獨立運作，針對不同的設計均有明確的輸入指標，經過簡單的操作即可得到所需的數值，此數值提供初學者或是初次設計線路者的最佳初始值，從而消除無從入手的困擾。有關軟體的架構及操作將在下節逐次說明。

軟體架構

本軟體是以視窗(Microsoft Window 3.1)環境為軟體發展環境，因為視窗作業環境在現階段個人電腦的作業環境選擇裡是最具整合能力，而且所提供的系統資源最廣泛，使用者接受度最高的一個。為配合使用者便利性，採用Visual Basic為發展語言，這使設計者在規劃書面的時間上大為縮短，並且因為Visual Basic語言為OOP(Object-oriented Programming)物件導向架構，有助於以後的發展以及軟體的維護。

軟體的架構依高頻線路功能加以分類，程式啓始時在最高層，如圖一所示，接著依功能分為傳輸線(Transmission Line)，濾波器(Filter)，放大器(Amplifier)、如圖二所示。設計者可依現階段的線路需要加以選擇。

傳輸線^[1-4]：

傳輸線功能現階段分為六項：

1. 同軸線(Coaxial Line)
2. 方形波導(Rectangular Waveguide)
3. 條帶線(Strip Line)
4. 微帶線(Microstrip Line)
5. 槽線(Slot Line)
6. 共平面波導(Coplanar Waveguide)

其功能畫面如圖三所示，各式傳輸線的結構說明如圖四所示。

濾波器^[5]：

濾波器功能依頻率響應分為低通(Low Pass)、高通(High Pass)、帶通(Band Pass)及帶止(Band Rejection)四類，再依極點安排方式可分為巴特沃(Butterworth)、切比雪夫(Chebyshev)及貝色(Bessel)三類，其功能畫面如圖五所示。經過適當的選擇可進入設計畫面，輸入數值。

放大器^[6-7]：

放大器功能畫面如圖六所示，概分為：電晶體S參數(散射參數)輸入區、增益圖設定區、雜訊圖設定區，依次輸入單一頻率的對應值即可在史密斯圖(Smith chart)上顯示各種特性圖，再依據顯示的結果選擇最佳匹配點，由電腦列出對應的匹配網路。

設計流程

本軟體採用模組化結構，將各項線路依功能分類，再依各不同線路結構細分，因此經由連續的選擇找到所需設計的線路，再將功能畫面內輸入部份逐項輸入適當的數值，即可得所需的線路的初始值。茲以設計微帶線(Microstrip)為例，說明設計流程：

步驟一：在線功能畫面、如圖7.a、選擇傳輸線。

步驟二：在傳輸線功能畫面、如圖7.b、選擇微帶線。

步驟三：在微帶線功能畫面，依次輸入介電質係數、基板高度、線寬、線厚、線的導電係數、工作頻率、表面阻抗值等數值(R_s)，啟動計算鍵後對應的微帶線特性值即可計算得到、如圖7.c所示。

其它各項線路的设计流程皆相同。

結 論

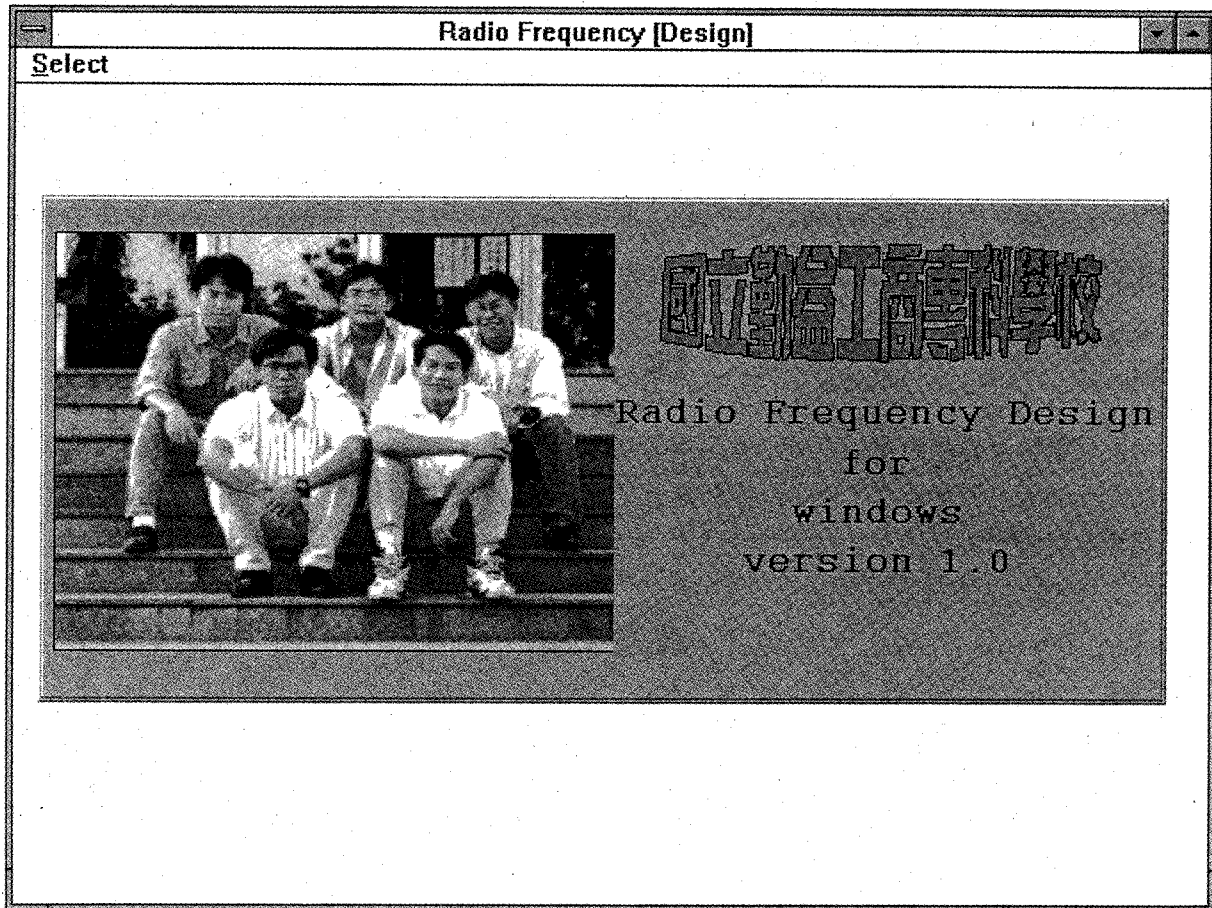
以設計者為導向的高頻線路設計軟體的概念透過視窗的整合環境，以Visual Basic語言撰寫而實現，此項作法將現階段的高頻線路設計環境再加以擴充，使得初學者或初次設計者得以快速，簡便的獲得設計初始值，不再為無從設計而困惑。此項功能將可加入現在設計軟體中，使高頻線路的設計更為簡化、有效率，同時將高頻線路設計的教學導入電腦化，使初具高頻線路的設計更為簡化、有效率，同時將高頻線路設計的教學導入電腦化，使初具高頻線路知識或具有興趣者得以輕易的完成線路設計。

誌 謝

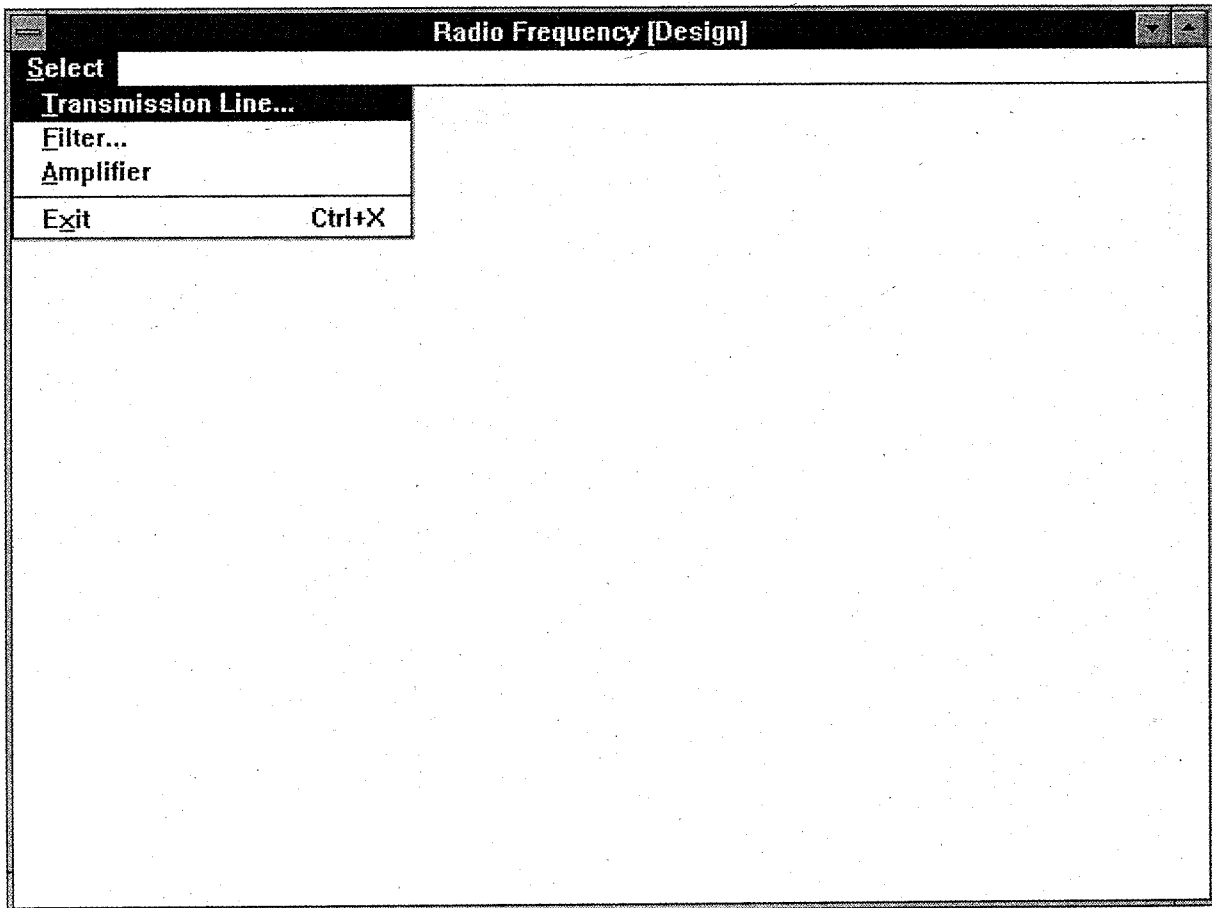
本文作者非常感謝郭震中、吳文泰、李啓榮、楊玉欣、洪博勝等五位先生無間的團隊合作及和諧的工作態度，使得此項工作得以順利進行，並且能達到預期的成果，同時也開創自行發展高頻線路設計軟體的新里程。

參考文獻

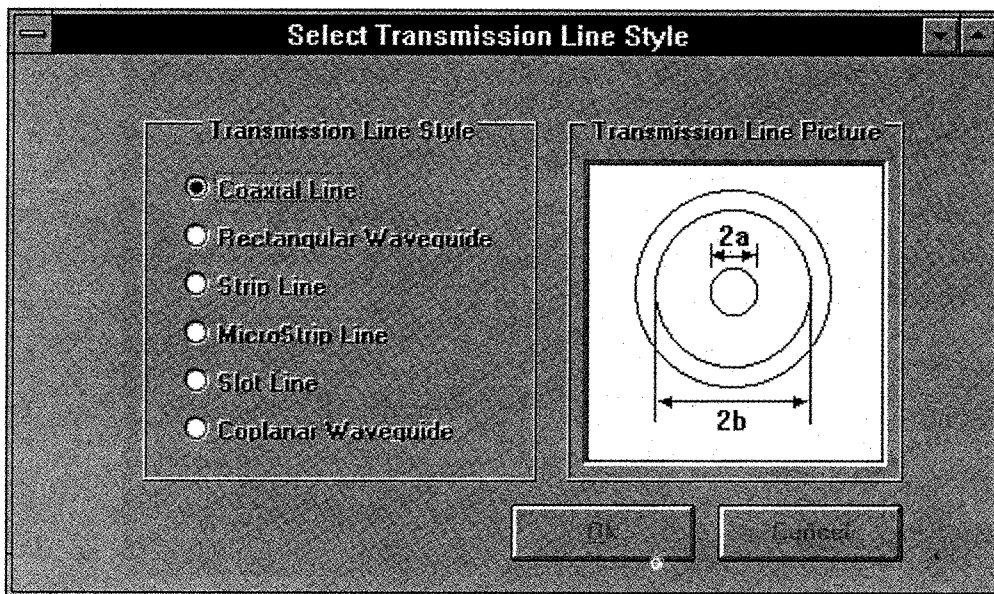
- [1] J.Helszajn, "Microwave Planar Passive Circuits and Filters," John Wiley & Sons, 1994, Chap.1.
- [2] K.C.Gupta, R.Garg, R.Chadha, "Computer-Aided Design of Microwave Circuits," Artech House, Inc., 1981, Chap.3.
- [3] I.Bahl, P.Bhartia, "Microwave Solid State Circuit Design," John Wiley & Sons, 1988, Chap.2.
- [4] S.Rosloniec, "Algorithms for computer-Aided Design of Linear Microwave Chircuits," Artech House Inc., 1990, Chap.6.
- [5] Chris Bowick, "RF Circuit Design," Howard W.Sams & Co., Inc., 1982, Chap.3.
- [6] Chris Bowick, "RF Circuit Design," Howard W.Sams & Co., Inc., 1982, Chap.4.
- [7] G.Gonzalez, "Microwave Transistor Amplifiers, Analysis and Design," Prentice Hall, 1984, Chap.3.



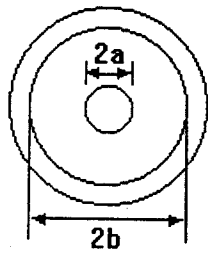
圖一 高頻線路設計教學軟體封面



圖二 高頻線路設計教學軟體之功能選項



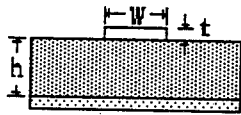
圖三 傳輸線之功能畫面



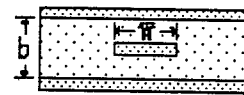
圖四.a:同軸線



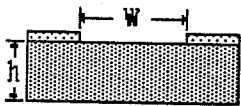
圖四.b:方形波導



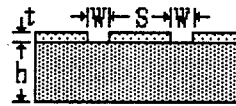
圖四.c:條帶線



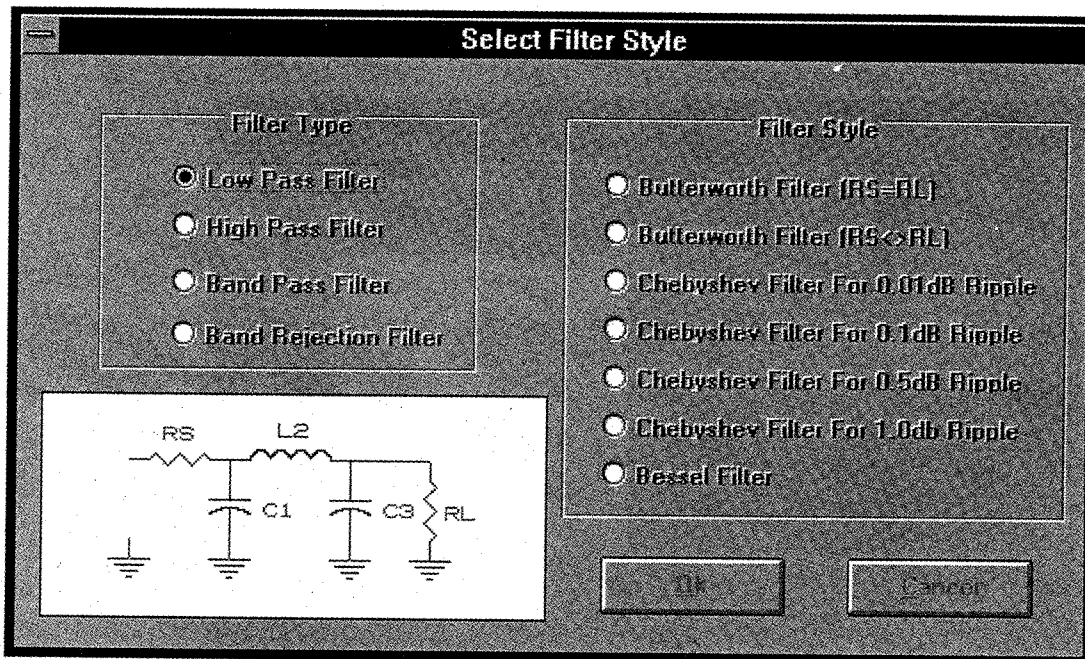
圖四.d:微帶線



圖四.e:槽線



圖四.f:共平面波導



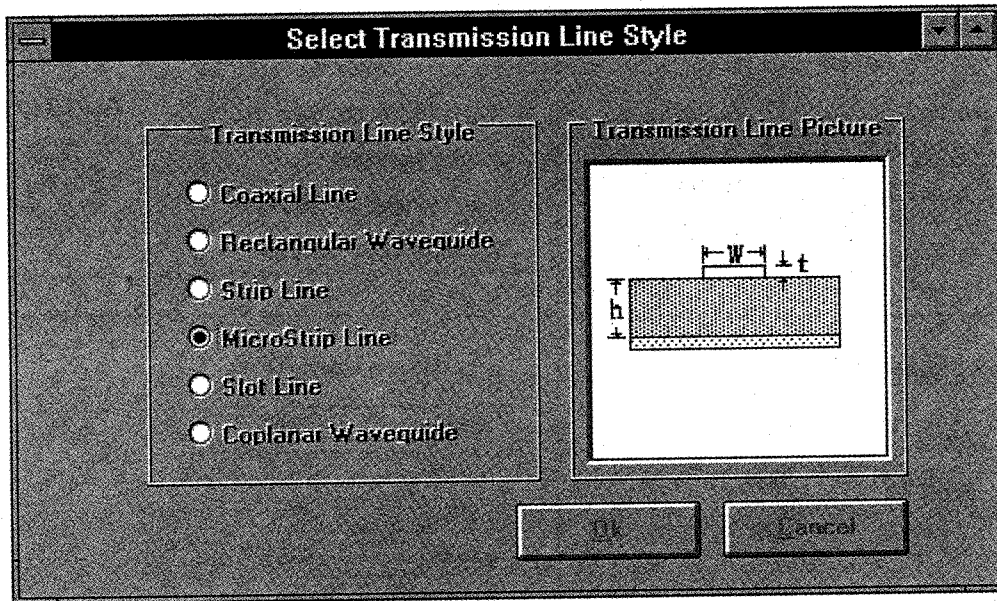
圖五 濾波器的功能畫面

AMPLIFIERS DESIGN	
<p style="text-align: center;">INPUT</p> <p>S11= <input type="text" value="0.08"/> \angle <input type="text" value="50"/> Z0= <input type="text" value="50"/> Ω</p> <p>S22= <input type="text" value="0.12"/> \angle <input type="text" value="120"/> F= <input type="text" value="1500"/> MHz</p> <p>S12= <input type="text" value="0.011"/> \angle <input type="text" value="-78"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>S21= <input type="text" value="3.5"/> \angle <input type="text" value="113"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p style="text-align: center;">OUTPUT</p> <p>MAG=10.9700563dB Gt= 10.970054</p> <p>K=012.7441182</p> <p>Γ_I= .1180082 \angle -118.934</p> <p>Γ_S= .076875 \angle -47.525</p>
<p style="text-align: center;">GAIN CIRCLE</p> <p>START <input type="text" value="10"/> dB.</p> <p>STOP <input type="text" value="7"/> dB.</p> <p>STEP <input type="text" value="1"/> dB</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>318.181818181818</p> <p>12.7441182251015</p> </div>	<p style="text-align: center;">Noise figure circle</p> <p>Fmin= <input type="text"/> dB</p> <p>r0= <input type="text"/> \angle <input type="text"/></p> <p>Rn= <input type="text"/> Ω</p> <p>START <input type="text"/> dB.</p> <p>STOP <input type="text"/> dB.</p> <p>STEP <input type="text"/> dB.</p>
<input type="button" value="UPDATE MAIN MENU"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

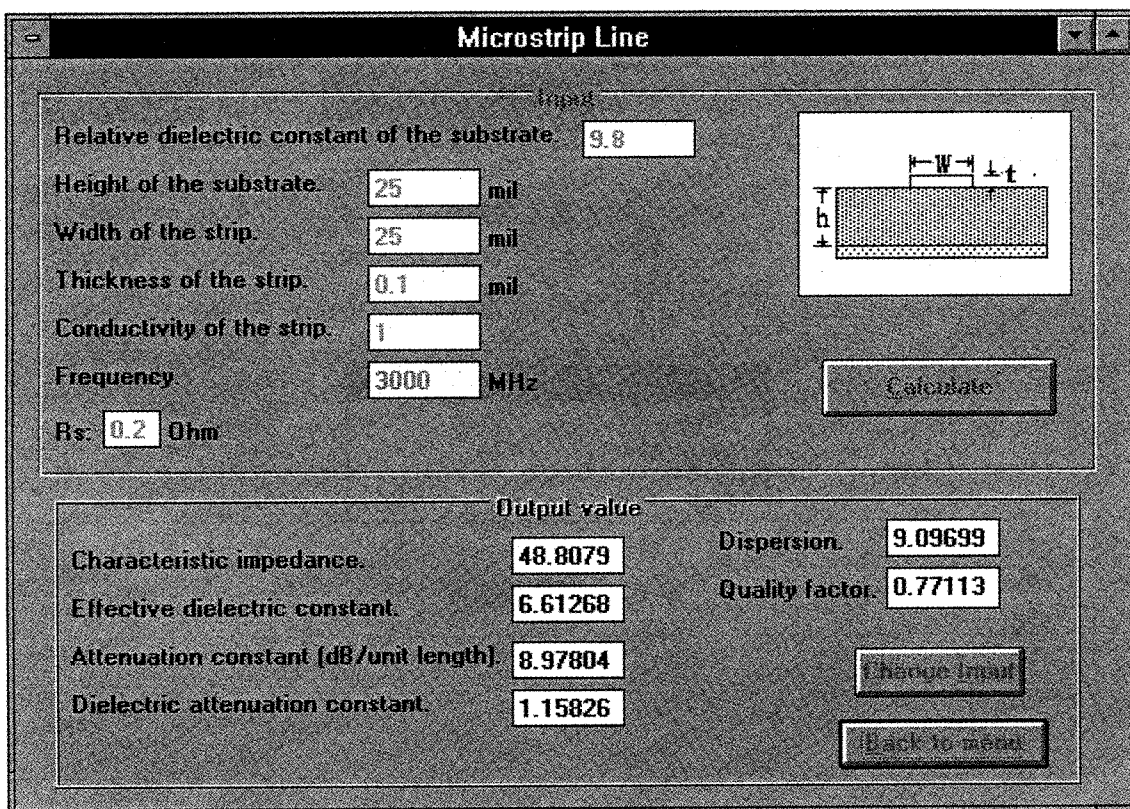
圖六 放大器之功能畫面

Transmission Line...	
Filter...	
Amplifier	
Exit	Ctrl+X

圖七.a:總功能畫面



圖七.b:傳輸線功能畫面



圖七.c:微帶線功能畫面

作者介紹

姓名：曾振東

學歷：國立交通大學電信工程系學士

國立交通大學電信研究所碩士

國立交通大學電子研究所工學博士

經歷：台揚科技公司設計工程師

中山科學研究院助理研究員

現職：國立勤益工商專科學校電子工程科副教授兼科主任