



# 2.35 及 4.7 GHz 零點可決定之小型化雙工器

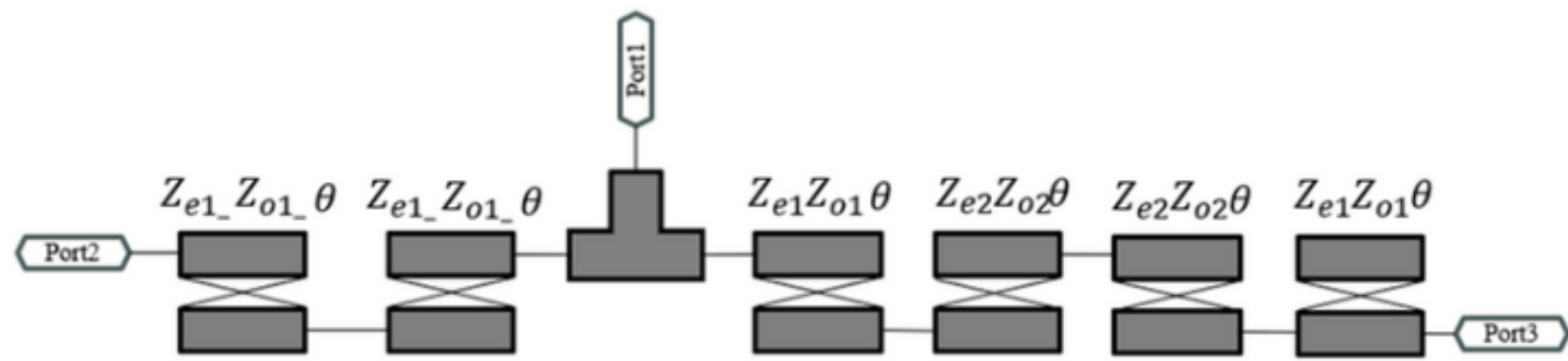
指導教授：張盛富 教授 專題生：林芊均 馬海恩 黃柏慈

## 一、摘要

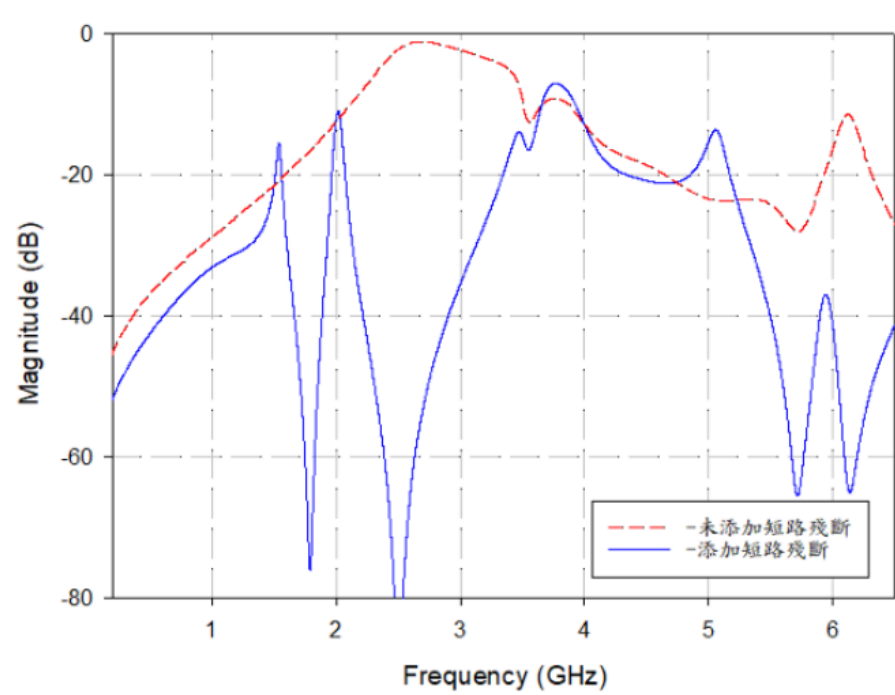
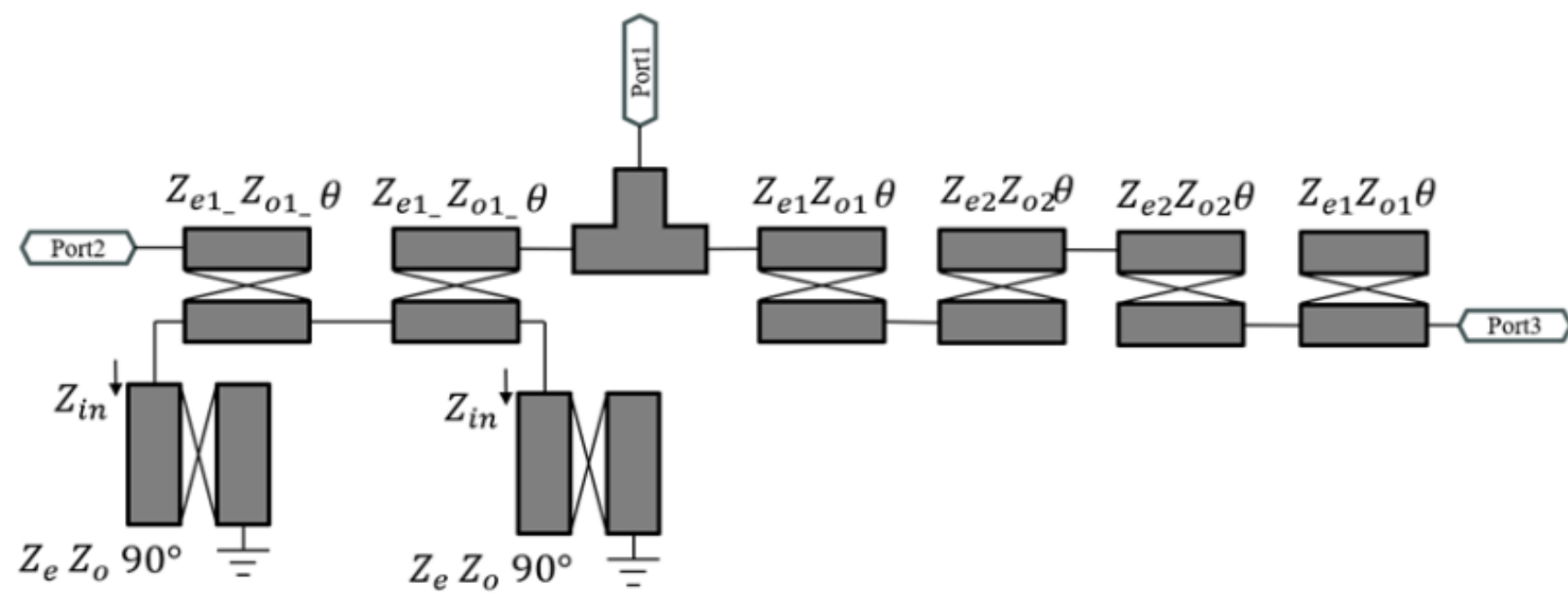
本專題針對2.35 GHz和4.7 GHz頻段設計零點可調整小型化雙工器。整體採用了柴比雪夫濾波器架構，對低頻段2.35 GHz使用一階濾波器設計，高頻段4.7 GHz則使用三階濾波器，藉此達到精確的頻率選擇性能。完成基本架構後，參考論文加入四分之一波長的短路殘段，透過調整殘段參數控制傳輸零點位置。此外，加入四分之一波長開路殘段來抑制2倍頻所產生的諧波干擾，從而有效降低插入損耗並改善頻率響應特性。並為實現電路小型化，引入摺疊設計，將原始電路進行一次與兩次摺疊處理比較，成功將電路面積縮小至35.65 mm x 30.52 mm。

## 二、實作方法

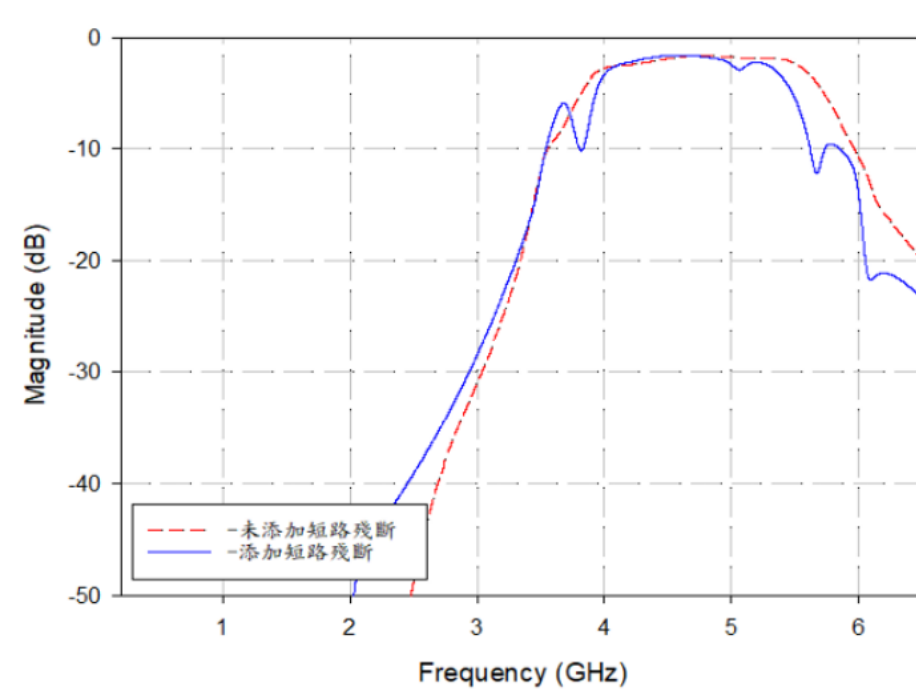
### 1. 兩組濾波器合併成雙工器電路



### 2. 添加短路殘斷以新增零點

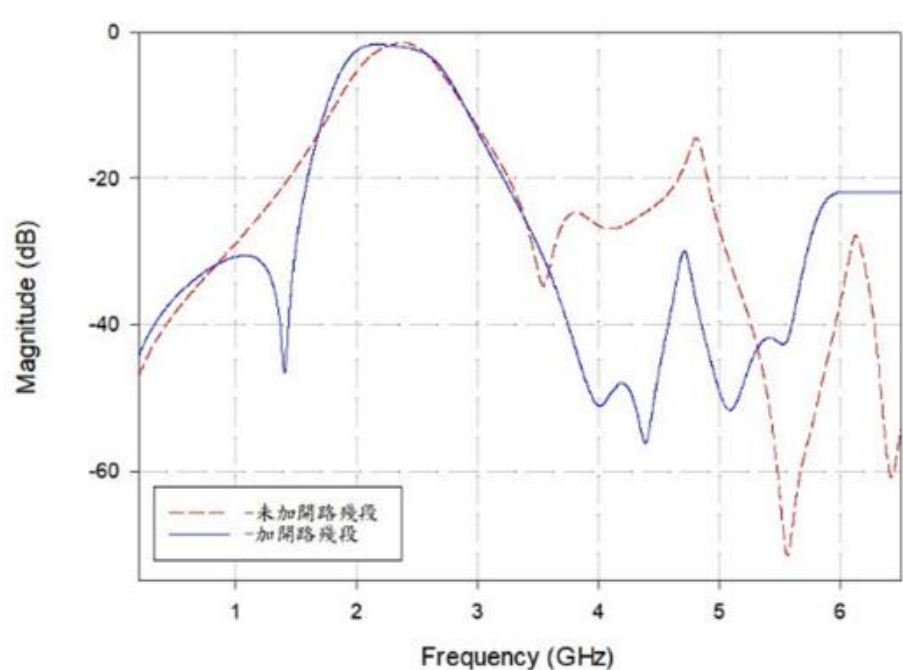
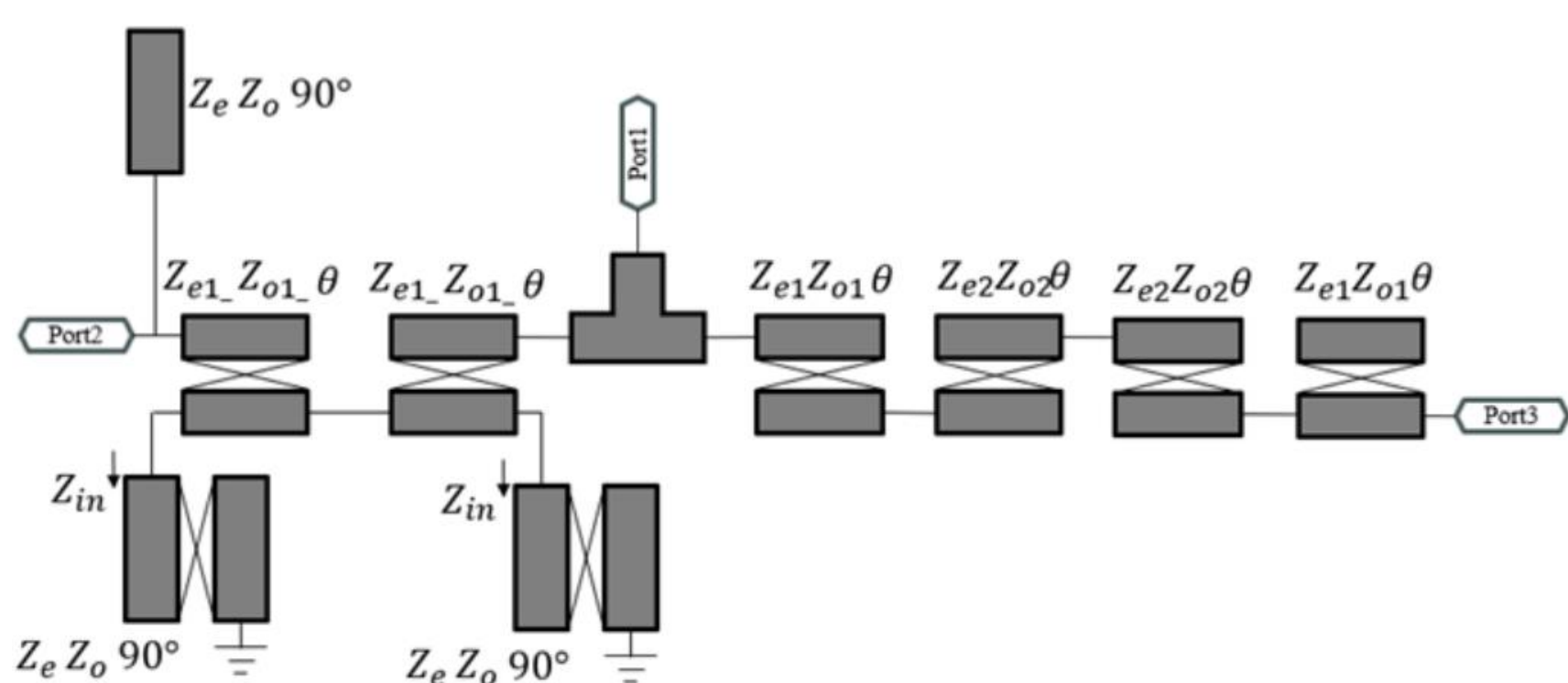


有無添加短路殘斷-低頻



有無添加短路殘斷-高頻

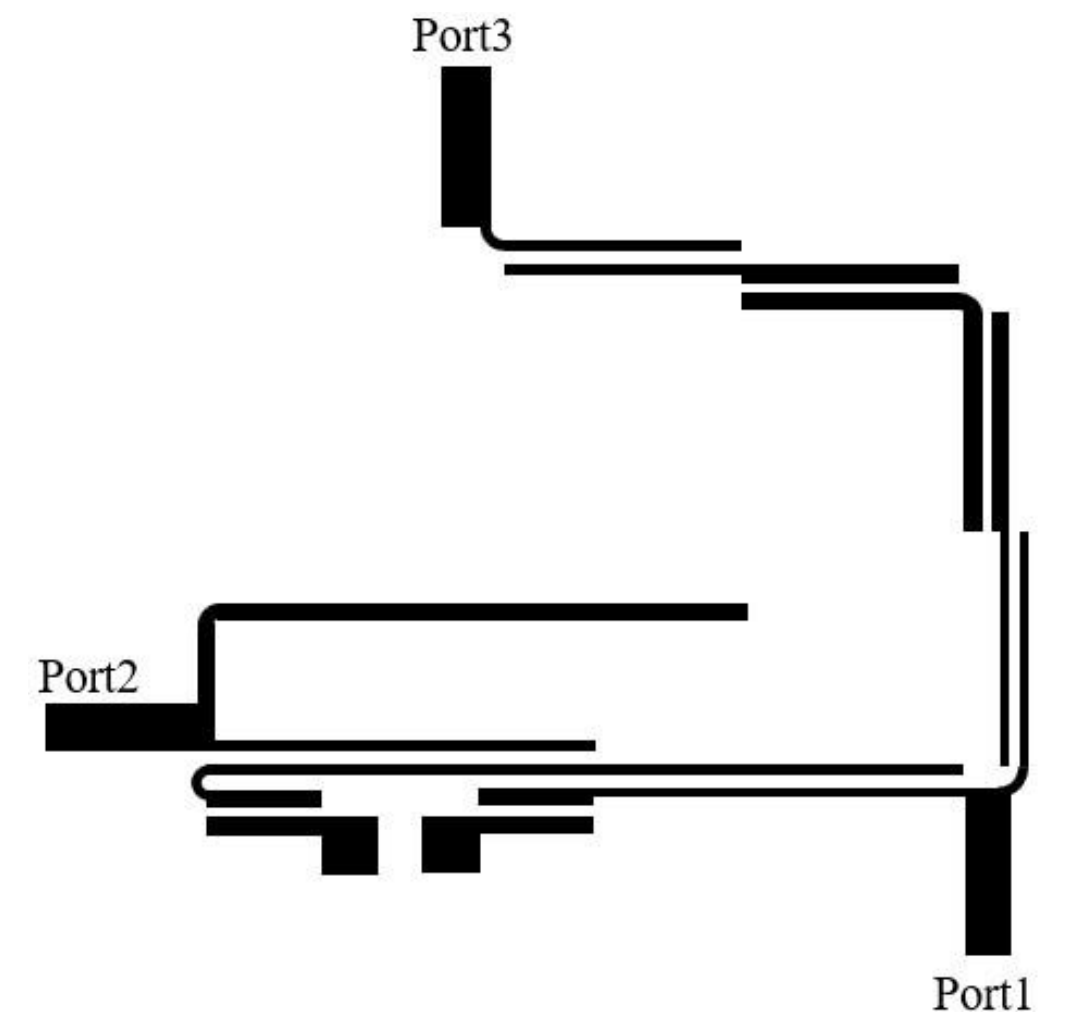
### 3. 新增開路殘段抑制諧波



有無添加開路殘斷之電磁模擬圖

## 三、實作及量測結果

### 1. 實作電路



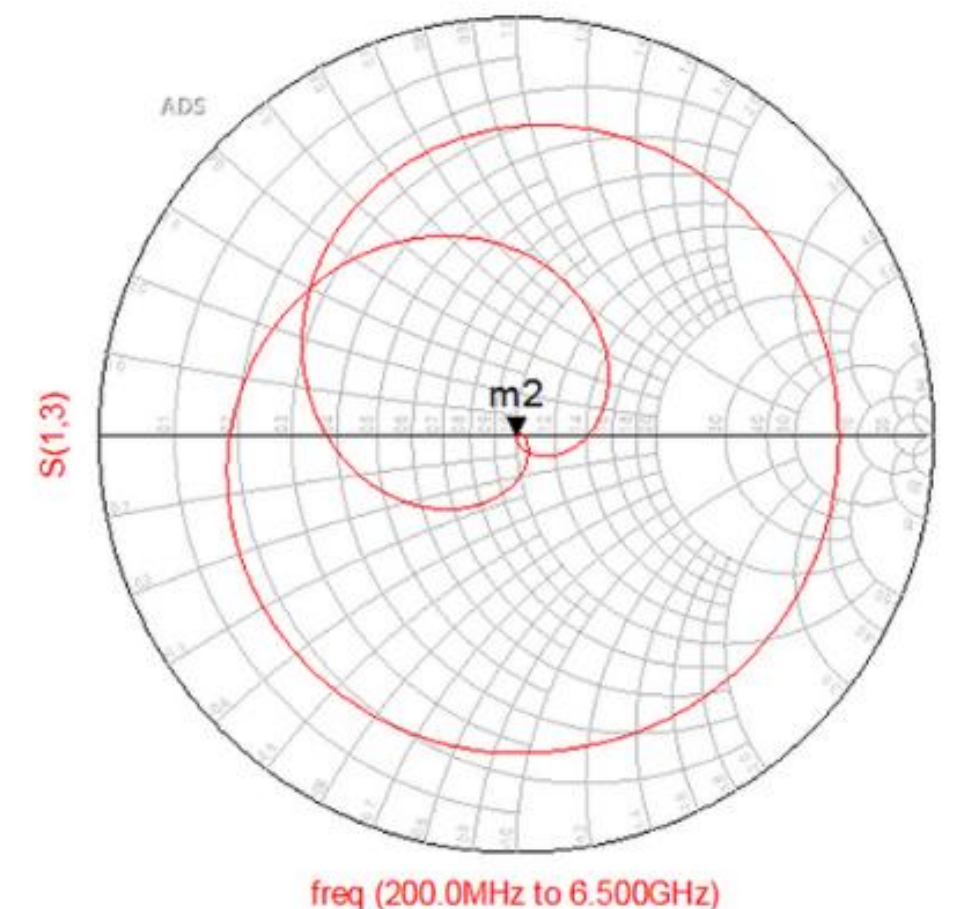
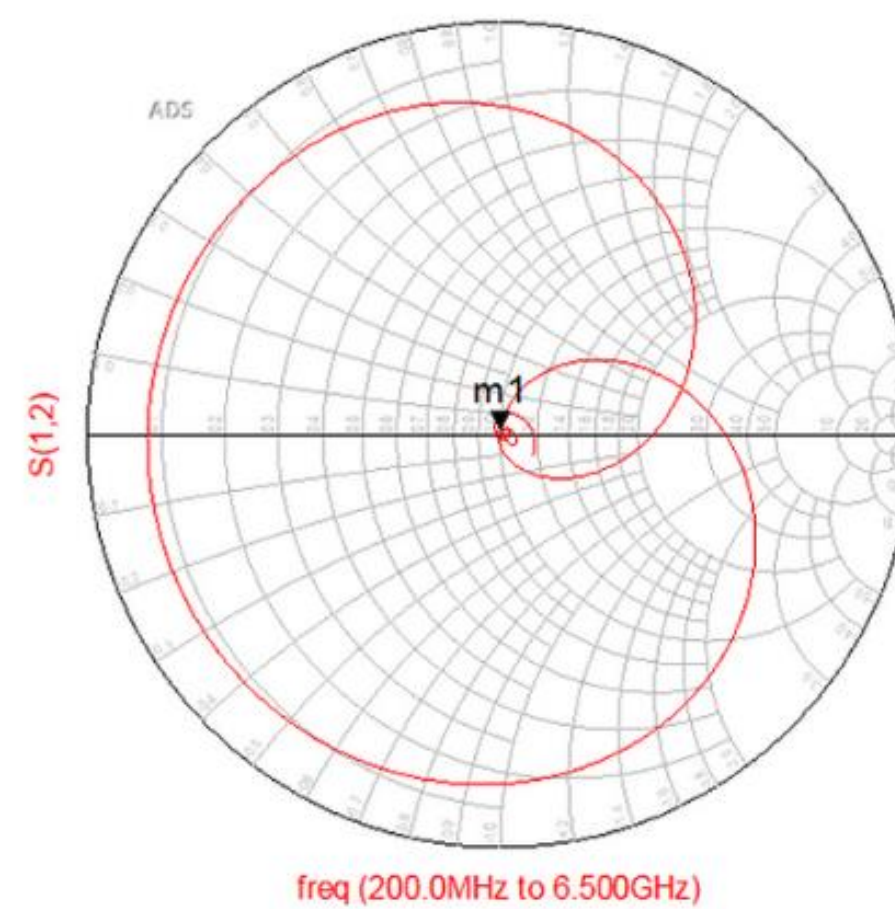
### 2. 測量結果

Lower Band(2.35 GHz)			Upper Band(4.7 GHz)		
Band Width	150 MHz(2.275-2.425 GHz)		Band Width	600 MHz(4.4-5 GHz)	
	EM Simulation	Measurement		EM Simulation	Measurement
Insertion Loss (dB)	1.380	1.217	Insertion Loss (dB)	2.215	1.919
S <sub>11</sub> Return Loss (dB)	14.024	15.197	S <sub>11</sub> Return Loss (dB)	17.524	16.055
S <sub>22</sub> Return Loss (dB)	14.325	16.817	S <sub>22</sub> Return Loss (dB)	17.379	16.715
Isolation (dB)	64.135	56.651	Isolation (dB)	54.177	52.700

### 3. 阻抗匹配

m1  
freq=4.694GHz  
S(1,2)=0.013 / 87.122  
impedance = Z0 \* (1.001 + j0.026)

m2  
freq=2.344GHz  
S(1,3)=0.001 / 83.362  
impedance = Z0 \* (1.000 + j0.002)



當使用測量低頻濾波器Insertion Loss(S21)頻率響應圖時，高頻信號阻抗匹配，高頻信號不會從低頻端輸出，測量S31時亦同。

## 四、結論

本專題初步將帶通濾波器部分完成後，加入並聯短路殘段，設定對稱零點。再利用四分之一波長開路殘段消除4-5 GHz諧波，經多次調整並摺疊兩次電路，確定電路設計。

最終模擬與量測結果接近，雙工器在2.35 GHz和4.7 GHz的插入損耗均小於3 dB，回波損耗大於10 dB，隔離度則達到了40 dB以上，符合設計預期。