

## 無線通訊系統之切換開關積體電路自動化量測技術整合

許國俊<sup>1</sup>、洪三山<sup>2</sup>

<sup>1</sup>逢甲大學自動控制工程研究所在職專班碩士生

<sup>2</sup>逢甲大學自動控制工程研究所副教授

300 新竹市水利路 46 巷 47 之 5 號

電話：(03)6116168 轉 6107 Fax：(03)5630110

E-mail：s64812@ms16.hinet.net

### 摘要

隨著無線行動通訊不斷的進步帶動了無線通訊工業的發展。例如：手機、無線區域網路、藍芽科技、家庭式無線週邊產品...等等的技術問世，加速了這些產品進入到高頻無線的領域。然而在這些無線產品種類繁多當中，其中零組件包括有：被動與主動微波元件的組成，其中測量驗證產品的功能是相當重要的一部份。本文研究是來討論無線通訊系統中的切換開關積體電路(Switch IC)，如何使用向量網路分析儀(Vector Network Analyzer)作測量分析。而且以 Labview 軟體設計一個自動化測量的平台，使操作人員在測量時減少人為的誤差及時間，提升了測量的準確度。

**關鍵詞：**S 參數、返迴消耗、插入消耗、反射係數、傳輸係數。

### Abstract

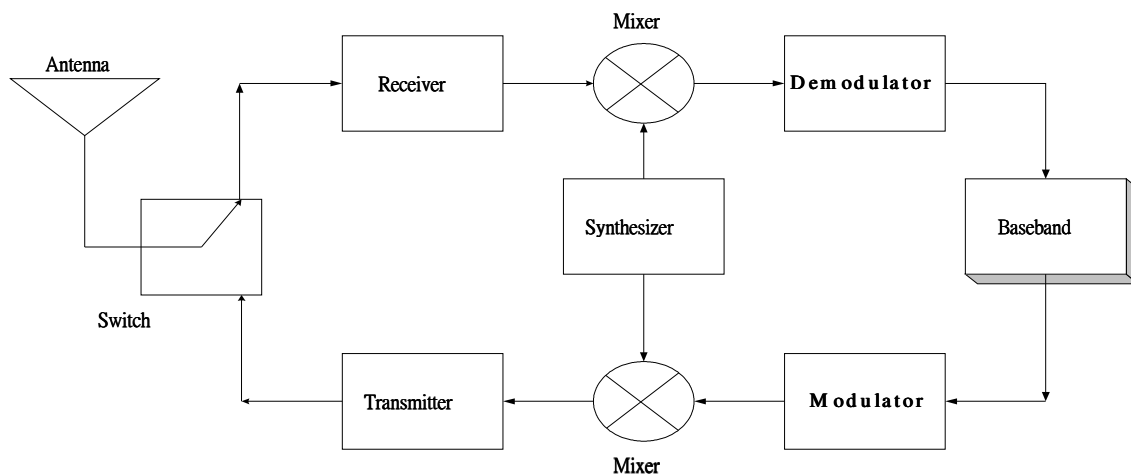
With the rapid improvement in wireless industry, For instance: cell phone, WLAN, bluetooth, Home RF, etc. All of new technologies mentioned above accelerate the products to develop into the area for high frequency. Components in wireless application can be generally classified many parts, including active and passive ones. It is very important and essential to test and verify these components, quality the mature products to be presented to the public. The which purpose is how to use VNA measure and talking about Switch IC in Wireless system. By using labview design a automation measurement plate form. We can not only increase the measurement accuracy but also shorter measurement time eliminate man-made errors.

**Keywords:** Scattering parameter, Return loss, Insertion loss, Reflection coefficient, Transmission Coefficient.

### 壹、前言

在無線通訊系統中切換開關(Switch)的功能是用來切換天線至傳送端和接收端的訊號，如圖 1。Switch 的主要特點是 (1)較低的插入消耗 (Low-insertion loss)。(2)高度的隔離性 (High isolation)。(3)快速的切換 (Fast switching)。(4)極低的直流功率消耗 (Low DC power consumption)(註 1)。

圖 1 無線通訊系統架構圖



## 貳、主要內容及量測系統功能

### 第一章、主要內容

本文中所測量的 RF Switch IC 是由智森科技所提供,它可以運用在類比和數位的通訊系統。並且介紹如何利用網路分析儀來自動化測量 Switch IC 的 insertion loss 和 isolation 和準確度。

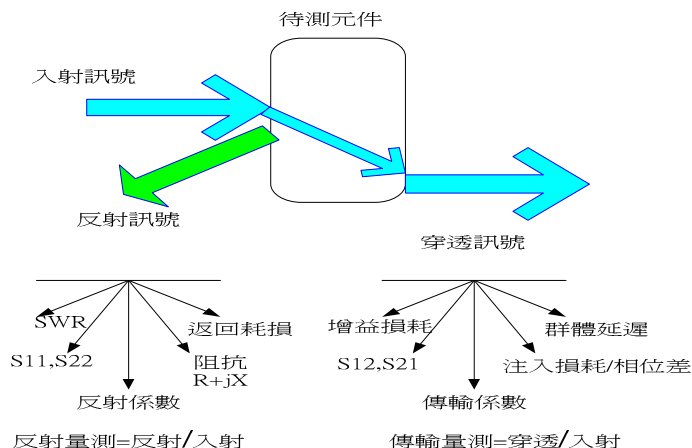
### 第二章、量測系統功能簡介

一般而言，網路分析儀在射頻及微波元件方面的量測上，可以提供線性及非線性特性元件的量測參數，因此，舉凡所有射頻主被動元件的模擬、製程及測試上，幾乎都會使用到。在量測參數上，它不但可以提供反射係數，並從反射係數換算出阻抗的大小，且可以量測穿透係數，以及推演出重要的 S 參數及其他重要的參數。此量測系統以 Labview 為開發環境，藉由 NI-488 GPIB 卡控制網路分析儀和數位電表來擷取 Switch 的插入消耗、隔離性、及消耗電流。

#### 第 1 節 原理

元件處於高頻下工作時，物理特性與低頻的物理特性有所不同。在高頻工作時，其波長 (wavelength) 與實際電路元件的物理尺度相比之下會相對變小。例如，在真空下的電磁波其速度即為光速，則  $c = \lambda \times f$ ，其中  $c$  為光速  $= 3 \times 10^8 \text{ m/sec}$ ，假設操作在 2.4~2.5GHz 的頻率範圍下，若不計算空氣的介電係數，波長為  $\lambda = 12.5 \sim 12 \text{ cm}$ ，在這短距離之下，電壓大小會因著相位的偏移量而會有極大變改。所以高頻下，我們會使用能量及阻抗的觀念來取代低頻的電壓及電流的表示法，此時我們就會進入「波」的概念(註 2)，如圖 2。

圖 2.入射訊號進入待測元件之反射與傳輸測量特性圖



## 第 2 節 傳輸係數與反射係數

從圖 2.中我們可以推導出一個重要參數就是傳輸係數，它的定義如下：

$$T = \frac{V_{trans}}{V_{incid}} \quad (1)$$

其中  $V_{trans}$  是穿透待測元件的傳輸訊號， $V_{incid}$  為入射訊號。所以由傳輸係數可以推導出插入損失(I.L.Insertion Loss)，並且定義出插入損失：

$$I.L.(dB) = 20 \log(|\text{傳輸係數}|) \quad (2)$$

然而在反射係數( $\Gamma$ )定義為：

$$\Gamma = \frac{V_{reflec}}{V_{incid}} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (3)$$

其中  $\Gamma$  為待測物的反射係數， $V_{incid}$  為入射訊號， $V_{reflec}$  反射波， $Z_0$  與  $Z_L$  別為傳輸線的特性阻抗和待測物的輸入阻抗。 $\Gamma$  是一個向量式的參數包括振幅和相位兩種訊息， $\Gamma$  的振幅為  $\rho = |\Gamma|$ ，其中  $\rho$  為反射係數的振幅。另一個參數為駐波比，是指駐波比入射訊號被反射回傳輸線上的電壓或電流的駐波比(註 3)。定義為：

$$SWR = \frac{1 + \rho}{1 - \rho} \quad (4)$$

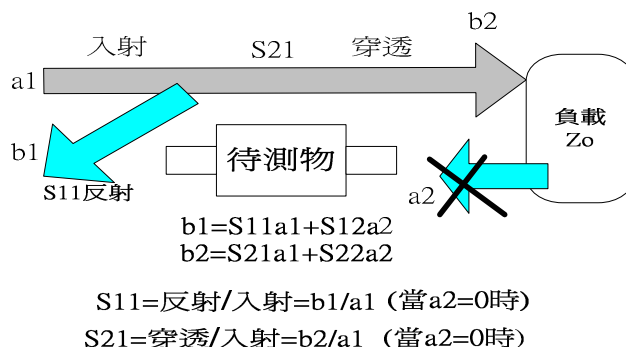
推導出  $\rho$  定義迴返損耗：

$$R.L.(dB) = -20 \log \rho \quad (5)$$

## 第 3 節 S 參數(Scattering parameter)

S 參數是處理訊號在高頻微波電路元件上的反射與傳送等現象，提供我們在高頻量測的最佳方法。因為在高頻領域不能用電壓和電流來做量測的工作。S 參數很像低頻領域所使用的 Z 或 Y 參數，然而 S 參數是採用入射、穿透和反射波來討論待測元件的輸入及輸出的特性(註 4)，如圖 3 所示。

圖 3 S 參數



#### 第 4 節量測規格、方法及結果

目前所量測 SW IC 主要規格如下表格:電氣特性在攝氏 25 度，控制電壓 0、+3 伏特。如圖 4 所示，其方法如下：

圖 4.Switch IC 規格

	最小值	典型	最大值
插入消耗(@2.5GHz)		0.5(dB)	0.7(dB)
隔離度(@2.5GHz)	21(dB)	23(dB)	
操作電流		5(μA)	100(μA)
RF 輸入功率( @0.5~2.5GHz)			+34(dBm)

- 1、我們準備一台有 3 埠的網路分析儀(其中 CH1 設定輸出功率為+4dBm)、兩台數位電表、一台功率檢測器、兩個 10dBm 的衰減器、一個功率放大器(輸出功率為+37dBm)、一個耦合器、一個 Switch IC 當待測元件(註 5)，如圖 5。
- 2、量測步驟，如圖 6。
- 3、量測結果，如圖 7。
- 4、Labview 自動化軟體操作介面，如圖 8。

圖 5.自動化系統架構圖

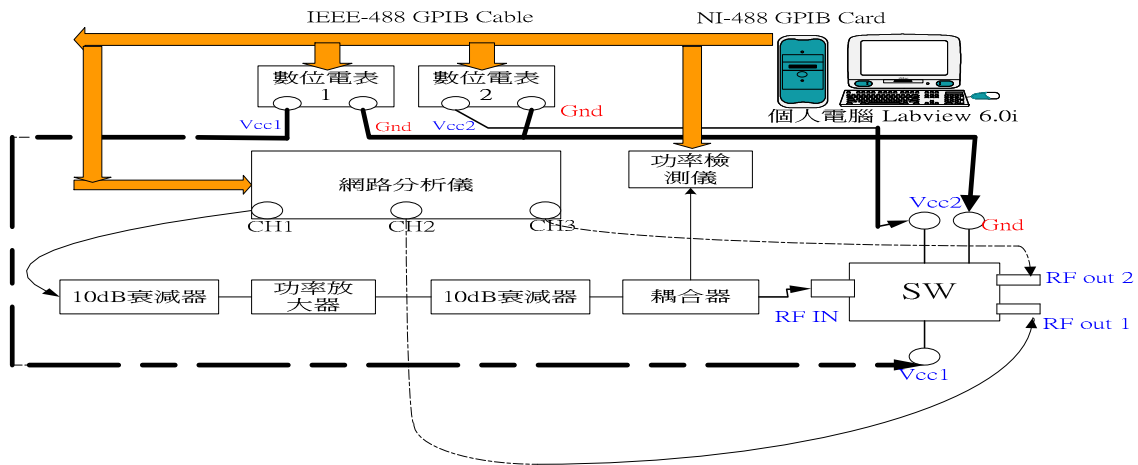
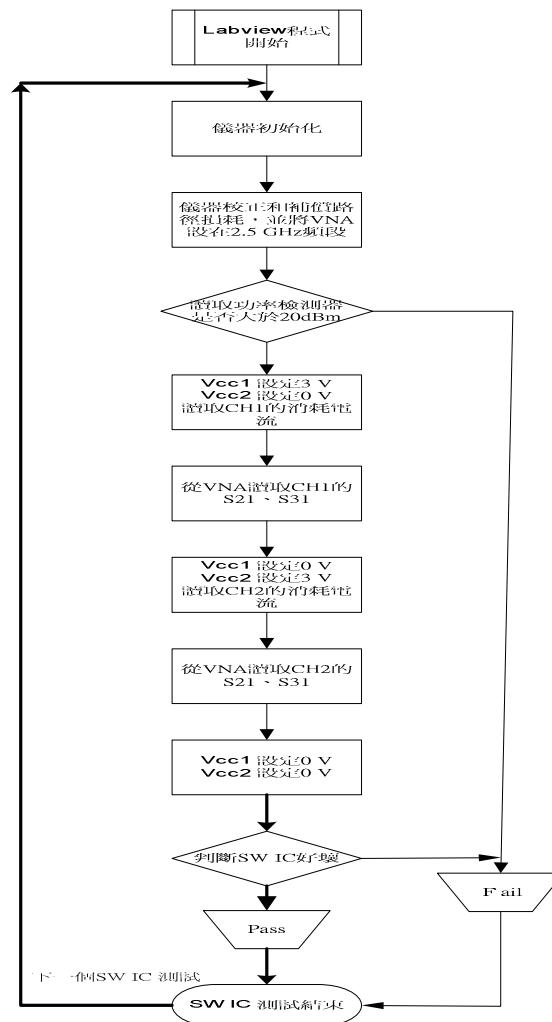


圖 6.量測步驟

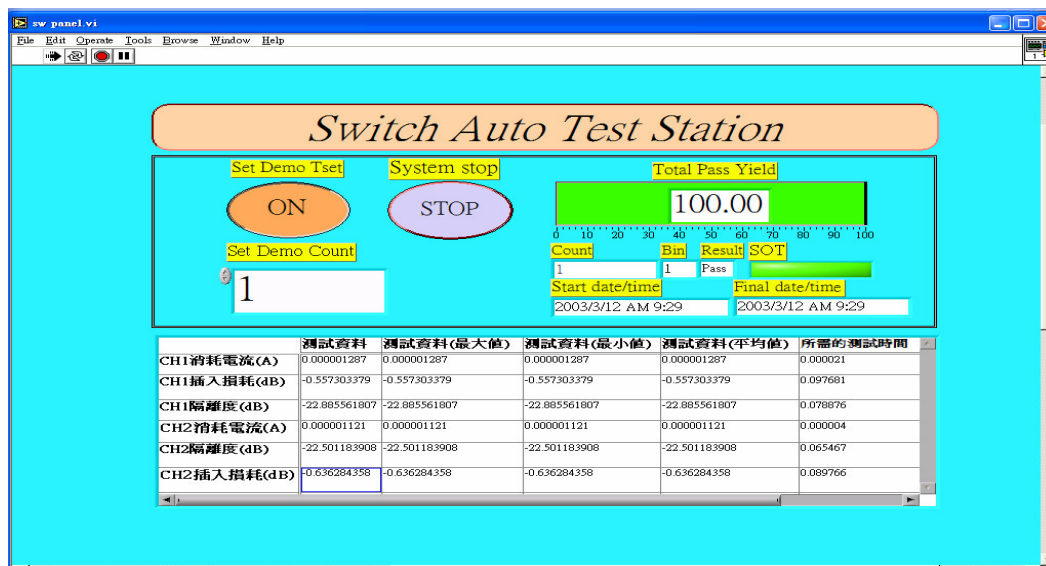


從以下的結果(如圖 7.)與(如圖 4.)比較來看所量測的資料都有符合規格。

圖 7.量測結果

	CH1	CH2
插入消耗 @2.5GHz	-0.557(dB)	-0.636(dB)
隔離度 @2.5GHz	-22.885(dB)	-22.501(dB)
消耗電流	1.287( $\mu$ A)	1.121( $\mu$ A)
測試時間	0.21(Sec)	0.2(Sec)

圖 8.Labview 自動化軟體操作介面



## 參、結論

無線通訊是現在政府努力開發的 2 兆雙星之新興產業。高頻 IC、高頻元件不斷的成長帶動了行動通訊的普及化和便利。如何有效地結合上游及下游廠產業垂直分工合作，並且建立一套模組化、精確性、重覆性高之自動化高頻量測平台，未來會是我們測量技術工業的一大挑戰。

## 肆、誌謝

感謝智森科技對此研究的一切協助。

## 伍、參考文獻

- (1)Hexawave Inc. , GaAs MMIC SPDT Switch HWS314 Notice , Taiwan(2002)。
- (2)林進康、祁子年, 「網路分析儀(上)」 通訊元件期刊, 5 月號, 15 期(2002)。

- (3)謝金明，儀器總覽\_電子測試儀器，第 30-33 頁，新竹，國科會精密儀器發展中心(1998)。
- (4)何中庸、高頻電路設計基礎，第 5-6 頁，台北，全華書局(2001)。
- (5)蕭子健、林俊宏、彭宇豪，Labview 硬體介面篇，第 2-1~第 4-15 頁，台北，高立圖書(2001)。