

# 主動功率強度檢波器

蔣嘉豪\*、曾振東  
國立勤益科技大學 電子工程系

**摘要** 一本文提出的主動功率強度檢波器，適用頻段為 10MHz~1GHz，可偵測功率範圍為-60dBm~-10dBm，解析度為 0.95dBm。本設計的系統有兩種，一是方便攜帶的簡易型，由檢波器輸出至 ADC0804 再由 8051 分析信號大小並以 LED 顯示，另一是由 8051 輸出數位串列傳輸訊號，經由 RS232 傳送至電腦，並且由 Visual Basic2010 所寫的資料庫系統做紀錄並顯示。由 Agilent N9310A 訊號產生器量測，得到檢波 IC 在工作頻段具有良好的特性，不僅成本低廉，也具有方便攜帶、紀錄及使用的優點。

**關鍵詞：**功率檢波器、RS232、8051

## 一、前言

檢波器[1-2](detector) 是一種透過倍壓電路[3]，將交流轉換為直流的電路，其源自於 19 世紀的接收機，第一代的檢波器使用線圈繞於一根指針，其用途是尋找附近以火花放電方式發出之信號，其偵測最遠距離僅限於一個實驗桌的大小。

隨著資訊及通訊的進步，空氣中充滿各式電波信號，檢波器可以將電波信號，經由濾波[5]、整流，得到直流訊號。RFID(925MHz)[6]、DTV(530MHz~710MHz) [7]、收音機(87.5~108MHz)[8]、手機(880MHz~960MHz)[9]，都是日常生活中常使用的產品。偵測訊號的強弱主要以頻譜分析儀[10]量測，但由於頻譜分析儀，體積過大、且機動性也不好、價格昂貴。以簡易電路檢測電波強度，顯然是必要的發展。

本文所提出的主動功率強度檢波器，適用頻段為 10MHz~1000MHz，可偵測功率範圍為-60dBm~-10dBm，解析度為 0.95dBm，使用 LT5537 檢波 IC、ADC0804、8051 等元件，並將檢波器與 RS232 結合，結構簡單、成本低廉、機動性好、實用性佳。

## 二、電路設計與分析

本文提出主動功率強度檢波器其架構如圖 1，選用 LT5537 檢波 IC，檢波 IC 將射頻交流功率轉換成直流電壓輸出，適用頻率為 10MHz 至 1000MHz，電源電壓範圍為 2.7V~5.25V。由表 1 可得知各種頻率的輸入功率範圍，其輸出電壓值與 dB 值的關係為 20mV/dB，輸入信號與檢波電壓關係，如圖 2。當電波訊號由天線接收至射頻檢波電路 (RF Power Detector Circuit)時，檢波 IC 會輸出直流電壓至 ADC0804。而 ADC0804 是負責將類比轉數位之 IC，將其解析度設為  $\frac{5}{255}$ ，其解析度與與電源的關係式如式 (1)，最大輸入電壓為 2.5V，最大輸入電

壓與電源電壓關係是如式子(2)。

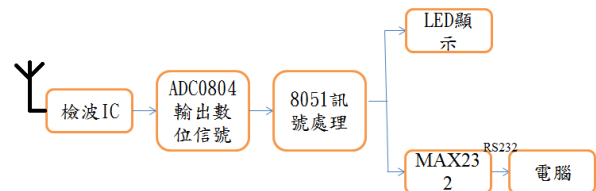


圖 1 主動功率強度檢波器電路架構方塊圖

表 1 頻率與輸入功率範圍對照表

RF 頻率	RF 最小輸入功率範圍	RF 最小輸入功率範圍
10MHz	-76.7	-4.2
200MHz	-76.4	7.1
600MHz	-74.1	-1.6
1000MHz	-69.2	-17.5
輸入功率單位為(dBm)		

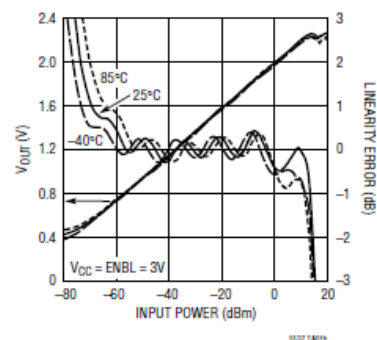


圖 2 輸入信號與檢波電壓關係

$$\text{解析度} = \frac{V_{CC}}{2^8} \dots \dots (1)$$

$$\text{最大輸入電壓} = \frac{V_{CC}}{2} \dots \dots (2)$$

經由 ADC0804 轉換後之訊號由 8051 讀取與轉換，其程式流程如圖 3。經過 8051 的比較將結果顯示在 LED 上，再經由串列傳輸至電腦進行後續運算。

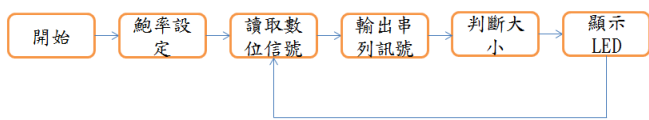


圖 3 程式流程圖

三、 電路實作與量測

主動功率強度檢波器由無線射頻檢波電路 (RF Power Detector Circuit)及數位顯示電路(Logic Display Circuit)所組成，本電路經 Protel 整合後如圖 4，無線射頻檢波電路電路實作以 FR-4 雙面版進行實作，其基板厚度為 1.6mm，相對介電係數為 4.3，數位顯示電路則為 FR-4 單面版進行實作，其基板厚度為 1.6mm，相對介電係數為 4.3，經雕刻機加工製作，其成品圖如圖 5。

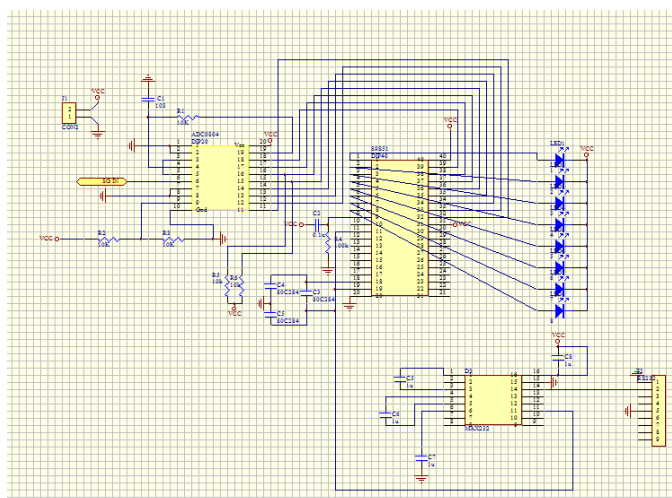


圖 4 主動功率強度檢波器電路



圖 5 主動功率強度檢波器成品圖

電路測試訊號來源選用 Agilent N9310A 訊號產生器，測試 LED 顯示與信號強度關係、輸入與輸出功率關係，測試流程如圖 6，LED 顯示與信號強度關係如圖 7，若頻率為 200MHz 可整理出如圖 8。輸入與輸出功率關係如圖 9，圖中表示頻率分別為 10MHz、200MHz、600MHz、925MHz，經觀察可得到本檢波器具有良好的線性度，其 LED 顯示與量測值在測量頻率點皆具有一致性。

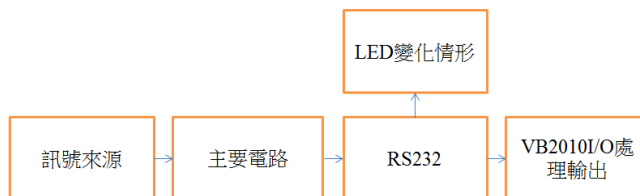


圖 6 量測方法

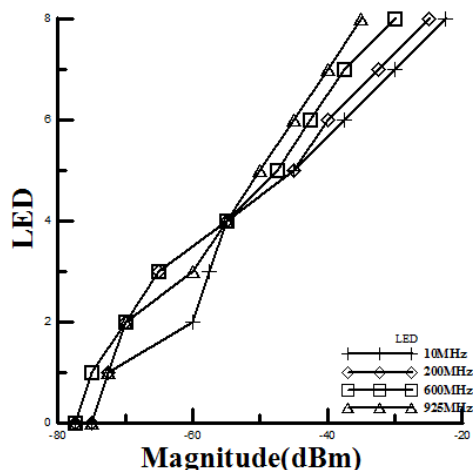


圖 7 LED 顯示與信號強度關係

輸入功率	LED 亮光狀態
-70	00000000
-60	00000000
-57	00000000
-55	00000000
-45	00000000
-35	00000000
-25	00000000
-15	00000000

圖 8 LED 顯示與信號強度對照表(LT5537, 10MHz)

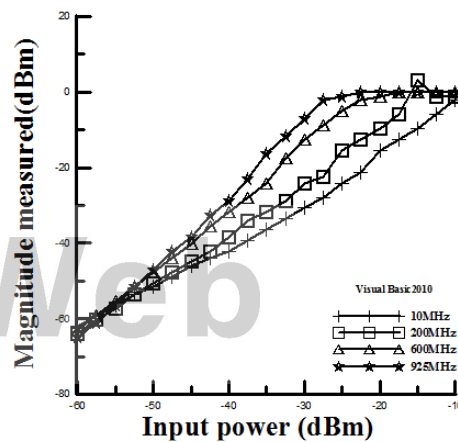


圖 9 不同頻率量測結果

## 結論

本文所提出的主動功率強度檢波器，可工作在 10MHz~1GHz，解析度為 0.95dBm，由 LED 顯示功率強度，結合 8051、ADC0804、RS232 及 Visual Basic2010，經由 ADC0804 的高解析度，使 LT5537 的檢波效果更為精確，並藉由 Visual Basic2010 所寫的軟體，補償因 IC 製成而形成的差異，並由雕刻機實現電路，最後藉由 Agilent N9310A 信號產生器輸入信號，Visual Basic2010 程式讀值驗證，由於本電路攜帶方便、成本低、機動性好、及實用性佳。

## 參考文獻

- [1] K. Yamamoto, M. Miyashita, M. Kurusu, N.Ogawa, T. Shimura, "Current-Mirror-Based GaAs-HBT RF Power Detector for Wireless Applications," *Compound Semiconductor Integrated Circuit Symposium*, pp. 1-4, 2007.
- [2] Tao Zhang, W. R. Eisenstadt, R. M. Fox, "Anovel 5GHz RF power detector," *Proceedings of the 2004 International Symposium on Circuits and Systems*, vol. 1, pp. I-897-900, 2004
- [3] Ching-Te Chiu, Chih-Hsing Lin, "A 2.64GHz Wide Range Low power DLL-Based Frequency Multiplier with CML Circuits using Adaptive Body Bias" *Electronics, Circuits and Systems, 2008. ICECS 2008. 15th IEEE International Conference on*
- [4] EDWIN H. ARMSTRONG, "SOME RECENT DEVELOPMENTS OF REGENERATIVE CIRCUITS\*" *MARCELLUS HARTLEY RESEARCH LABORATORY, COLUMBIA UNIVERSITY, NEW YORK*
- [5] Michael Schutten, Satish Prabhakaran, David Karipides\*, Jeff Nasadoski, Robert Thomas "High Frequency EMI Filter Parasitic Characterization" *Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), 2011 IEEE*
- [6] C. Phongcharoenpanich and R. Suwalak, "Dual-Band RFID-Reader Antenna using Annular Plate with Curved and Rectangular Slots" *Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA), 2010 International Conference on*
- [7] Chomora Mikeka, Hiroyuki Arai, Apostolos Georgiadis, Ana Collado "DTV Band Micropower RF Energy-Harvesting Circuit Architecture and Performance Analysis" *2011 IEEE International Conference on RFID-Technologies and Applications*
- [8] Sreenivas Ranganathan, Scott Mee "Frequency Modulated (FM) Radio Band Audio Interference Pre-Compliance Test" *Electromagnetic Compatibility, 2008. EMC 2008. IEEE International Symposium on*
- [9] Tae Wan Kim, and Young Chul Lee "A Compact Sized LTCC Diplexer with High-Band Selectivity and High Isolation for GSM and CDMA Multi-band Applications" *Microwave Conference, 2009. APMC 2009. Asia Pacific*
- [10] [http://www.us.anrutsu.com/products/MS2721A-Spectrum-Master\\_ARSPG\\_AEQSidZ2654.aspx](http://www.us.anrutsu.com/products/MS2721A-Spectrum-Master_ARSPG_AEQSidZ2654.aspx)



